

TREBALL FI DE GRAU

**Grau en Enginyeria Elèctrica**

**IMPLEMENTACIÓ D'UN GENERADOR ELÈCTRIC  
FOTOVOLTAIC COM A SUPORT A L'ENLLUMENAT PÚBLIC  
URBÀ**



**Memòria i Annexos**

**Autor:** Alberto Carreño  
**Director:** Jordi de la Hoz  
**Convocatòria:** Gener 2018



## Resum

Durant els últims anys l'Ajuntament de Barcelona ha perseguit l'objectiu d'estalviar energia i incorporar energies renovables als edificis municipals, aprofitant les cobertes d'aquests i elements ubicats als espais públics per instal·lar generadors d'energia.

Actualment ja hi ha instal·lats generadors elèctrics fotovoltaics en 60 edificis municipals i 12 pèrgoles ubicades en parcs i places de la ciutat. Seguint amb aquesta idea, aquest treball pretén utilitzar la coberta d'una pèrgola existent a la plaça d'Alfonso Comín per implementar dos petits generadors elèctrics fotovoltaics que serveixin per donar servei a tot l'enllumenat públic d'aquesta plaça.

Aquestes instal·lacions estaran considerades com instal·lacions d'Autoconsum de Tipus 1, segons el que estableix el Reial Decret 900/2015, que són aquelles que poden acumular l'energia produïda en bateries i injectar l'energia sobrant a la xarxa, sense rebre retribució. Als moments on la bateria no pugui donar servei a l'enllumenat, serà la xarxa qui ho faci.

En aquest projecte es descriuran tots els elements que es vagin a utilitzar a les instal·lacions i es realitzaran els càlculs de dimensionament per implementar els generadors elèctrics fotovoltaics. Finalment es mirarà en quina quantitat els generadors fotovoltaics podran fer front a la demanda d'energia de l'enllumenat públic de la plaça.

## Resumen

Durante los últimos años el Ayuntamiento de Barcelona ha perseguido el objetivo de ahorrar energía e incorporar energías renovables en los edificios municipales, aprovechando las cubiertas de estos u elementos situados en los espacios públicos para instalar generadores de energía.

Actualmente ya hay instalados generadores eléctricos fotovoltaicos en 60 edificios municipales y 12 pérgolas ubicadas en parques y plazas de la ciudad. Siguiendo con esta idea, este trabajo pretende utilizar la cubierta de una pérgola existente en la plaza de Alfonso Comín para implementar dos pequeños generadores eléctricos fotovoltaicos que sirvan para dar servicio al alumbrado público de esta plaza.

Estas instalaciones estarán consideradas como instalaciones de Autoconsumo de Tipo 1, según lo que establece el Real Decreto 900/2015, que son aquellas que pueden acumular la energía producida en baterías e inyectar la energía sobrante a la red, sin recibir retribución. En los momentos donde la batería no pueda dar servicio al alumbrado, será la red quien lo haga.

En este proyecto se describirán todos los elementos que se vayan a utilizar en las instalaciones i se realizaran los cálculos de dimensionamiento para implementar los generadores eléctricos fotovoltaicos. Finalmente se mirará en que cantidad los generadores fotovoltaicos podrán hacer frente a la demanda de energía de alumbrado público de esta plaza.



## **Abstract**

Over the last few years, Barcelona's local government has pursued the goal of saving energy and incorporating renewable energies into municipal buildings, taking advantage of the covers of these municipal constructions mentioned above and various public spaces to install power generators.

There are currently installed photovoltaic electrical generators in 60 municipal buildings and 12 pergolas located in different parks and squares around the city. Following this idea, this work intends to use the cover of an existing pergola in Alfonso Comín's Square in order to implement two little photovoltaic electrical generators which its objective are helping to provide service to a part of the public lighting of this square.

This installation will be considered as a Type 1 self-supplied system, as established by the Royal Decree 900/2015, the installation itself can accumulate the energy produced in batteries and inject the remaining energy into the electrical network without receiving compensation. At times when the battery cannot provide lighting, the network will do it.

In this project will be described all the elements that are going to be used in the installations and the sizing calculations will be carried out in order to implement the photovoltaic electrical generators. Finally, we will take a deeper look on how the amount of photovoltaic generators will be able to cope with the energy demand of public lighting in the square.

## Agraïments

M'agradaria agrair a la meva família i amics tots els ànims que m'han donat durant tots aquests anys de carrera, perquè sense ells haurien sigut molt més difícils.

També volia agrair als companys de feina de l'empresa Ingenieros Emetres per la seva ajuda en tots els dubtes tècnics que se m'han presentat durant la realització d'aquest treball.

Per últim, volia agrair al meu tutor del TFG, Jordi de la Hoz, la confiança mostrada en els moments més complicats.

# Índex

El següent índex es genera i s'actualitza automàticament amb l'opció "actualitzar campos" que surt quan es prem el botó dret del ratolí a sobre d'ell. Feu que l'índex s'iniciï en una pàgina imparell.

<b>RESUM</b>	<b>I</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>II</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>III</b>
<b>AGRAÏMENTS</b>	<b>IV</b>
<b>GLOSSARI</b>	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
<b>1. INTRODUCCIÓ</b>	<b>7</b>
1.1. Objectius del treball	8
<b>2. LOCALITZACIÓ</b>	<b>9</b>
<b>3. NORMATIVA D'APLICACIÓ</b>	<b>11</b>
<b>4. INSTAL·LACIÓ D'ENLLUMENAT PÚBLIC</b>	<b>12</b>
4.1. Instal·lació d'enllumenat públic del quadre de comandament QC6667	12
4.2. Instal·lació existent d'enllumenat públic a la part inferior de la plaça	14
4.3. Previsió demanda anual instal·lació d'enllumenat públic	16
<b>5. OBRA CIVIL A REALITZAR</b>	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
5.1. Armari tècnic	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
5.2. Rases	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>6. INSTAL·LACIÓ FOTOVOLTAICA</b>	<b>19</b>
6.1. Tipus d'instal·lació	19
6.2. Panells fotovoltaics	20
6.2.1. Elecció panells fotovoltaics	21
6.3. Inversor CC/CA	24
6.3.1. Elecció inversor CC/CA	25
6.4. Bateries	26
6.4.1. Elecció de les bateries	27
6.5. Comptador	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
6.6. Esquema de la instal·lació	28

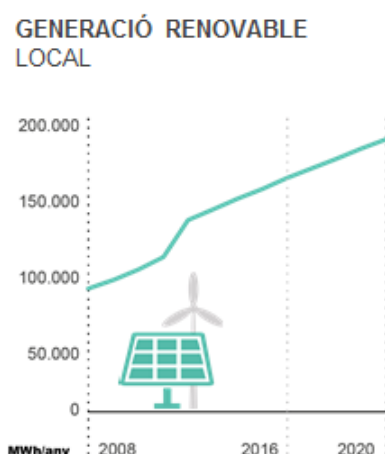
6.7.	Dimensionament de la instal·lació.....	29
6.7.1.	Dimensionament del sistema de captació i conversió.....	29
6.7.2.	Dimensionament de la bateria.....	32
6.7.3.	Dimensionament del cablejat.....	32
6.7.4.	Elecció de les proteccions.....	42
6.8.	Instal·lació de posada a terra.....	44
<b>7.</b>	<b>BALANÇ ENERGÈTIC .....</b>	<b>50</b>
7.1.	Previsió de producció energètica.....	50
7.2.	Demanda vs producció.....	52
<b>8.</b>	<b>ANÀLISI DE L'IMPACTE AMBIENTAL .....</b>	<b>55</b>
8.1.	Població.....	55
8.2.	Residus .....	56
8.3.	Materials .....	57
8.4.	Atmosfera.....	58
8.5.	Sòl i subsòl:.....	59
8.6.	Hidrologia.....	60
8.7.	Energia .....	60
8.8.	Flora i fauna.....	60
8.9.	Paisatge.....	60
	<b>CONCLUSIONS .....</b>	<b>63</b>
8.10.	Text de l'apartat 1 del capítol 4 [Ctrl + Shift + 2] ..	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
8.10.1.	Text del subapartat 1 del apartat 1 del capítol 4 [Ctrl + Shift + 3] .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
	<b>PRESSUPOST I/O ANÀLISI ECONÒMICA .....</b>	<b>65</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>69</b>
	<b>ANNEX A .....</b>	<b>71</b>
A1.	Text de l'apartat 1 de l'Annex.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## 1. Introducció

Al juliol de 2016 l'Ajuntament de Barcelona va aprovar la Mesura de govern "Transició cap a la sobirania energètica", veient que la ciutat de Barcelona depèn d'un model energètic basat principalment en els combustibles fòssils, en el qual les energies renovables juguen un paper minoritari.

Amb aquesta mesura de govern, l'Ajuntament pretén reduir l'impacte ambiental derivat del consum i la generació d'energia, garantir els subministraments bàsics a la ciutadania i augmentar l'autonomia energètica de la ciutat. En quant a les energies renovables aquesta mesura té dos objectius claus que són els següents:

- Doblar la generació elèctrica municipal procedent d'energies renovables passant d'1,8 a 3,6MWp de potència fotovoltaica instal·lada.
- Augmentar un 10% la generació elèctrica privada procedent d'energies renovables, passant de 10,6MWp a 11,7MWp.



**Figura 1.1.** Objectiu de creixement de generació mitjançant fonts renovables en MWh/any fins l'any 2020 (Font: Ajuntament de Barcelona)

Per dur a terme aquests objectius, l'Ajuntament vol impulsar la generació energètica d'origen renovable amb la creació d'instal·lacions de generació que aprofitin els recursos locals i renovables i, especialment, potenciar la generació energètica en terrats i cobertes particulars o municipals i en els espais públics, que potenciïn l'autogeneració i l'autoconsum d'energia allà on sigui possible.

Per donar resposta a aquests objectius, l'Ajuntament de Barcelona va definir el programa d'impuls a la generació d'energia solar a Barcelona en el qual es marquen quatre àmbits d'actuació combinant els factors de l'espai on actuar i qui fa la inversió, que són els següents:

- A: Coberta (o espai) públic / Inversió pública
- B: Coberta (o espai) públic / Inversió privada (o col·lectiva)
- C: Coberta (o espais) privats / Inversió pública
- D: Coberta (o espais) privats / Inversió privada (o col·lectiva)

L'àmbit A serà l'àmbit d'aplicació d'aquest treball. En aquest àmbit l'Ajuntament va fer una selecció d'espais on actuar, els quals van ser les cobertes d'edificis com escoles i biblioteques, però també es va considerar la possibilitat d'utilitzar un altre tipus d'espai públic, com són les pèrgoles existents, per tal de convertir-les en elements urbans generadors d'energia.

## 1.1. Objectius del treball

Aquest treball té l'objectiu d'aprofitar un espai públic existent, que en aquest cas serà una pèrgola ubicada a la plaça d'Alfonso Comín, al districte de Gràcia de Barcelona, per implementar un generador elèctric fotovoltaic que pugui donar servei a l'enllumenat públic d'aquesta plaça.

En aquest treball es presentarà la normativa que afecta al nostre projecte, es farà una descripció de les càrregues que tindrà la instal·lació, que en aquest cas seran quadres d'enllumenat públic, es dimensionarà la instal·lació en vers d'aquestes càrregues i es mirarà en quin grau el generador fotovoltaic pot fer front a la demanda.

## 2. Localització

La plaça d'Alfonso Comín, com s'ha comentat anteriorment, es troba ubicada al districte de Gràcia de Barcelona, justa sobre de la Ronda de Dalt. Aquesta plaça té una gran envergadura i es troba dividida en tres espais ben delimitats.



**Figura 2.1.** Pèrgoles plaça Alfonso Comín. Pèrgola 800m<sup>2</sup>(esquerre), pèrgola 220m<sup>2</sup>(dreta)

A la part central es troba l'estadi de futbol municipal "el Camp de l'Àliga" que utilitza el Club Esportiu Europa. A sota d'aquest hi ha una zona amb parterres, gespa i vegetació diversa, mentre que a la zona superior de la plaça es troba una zona pavimentada amb una mica de gespa i arbrat, amb dues pèrgoles, de les quals una té una àrea d'uns 800m<sup>2</sup> i una inclinació orientada cap al costat muntanya, que alberga un petit jardí amb una font i l'altra, amb una àrea d'uns 220m<sup>2</sup> i una inclinació orientada cap al costat mar, que serveix de mirador per l'estadi de futbol.



**Figura 2.2.** Pèrgoles plaça Alfonso Comín. Pèrgola 800m<sup>2</sup>(esquerre), pèrgola 220m<sup>2</sup>(dreta)

En quant als materials de les pèrgoles, ambdues disposen d'una estructura metàl·lica amb un entramat de fusta, amb la diferència que a la pèrgola gran les fustes de l'entramat es troben a uns 80cm de distància les unes entre les altres i les de la pèrgola petita es troben molt juntes.



**Figura 2.3.** Entramat pèrgoles plaça Alfonso Comín. Pèrgola 800m<sup>2</sup> (esquerre), pèrgola 220m<sup>2</sup> (dreta)

Donada la orientació de la inclinació de cada una d'aquestes pèrgoles i la disposició del seu entramat es decideix escollir la pèrgola de 220m<sup>2</sup> per tal de instal·lar en la seva coberta els generadors fotovoltaics.

Aquesta pèrgola només té edificis propers pel costat Sud-est, a uns 20m, així que gairebé durant tot el dia rebrà radiació solar. Té unes dimensions en planta de 30m de longitud per 7m d'amplada, amb una alçada aproximada d'uns 5m. El seu entramat es troba en bon estat ja que durant l'any 2016 va patir una rehabilitació.

A la mateixa plaça Alfonso Comín es troben dos quadres d'enllumenat públic, un a la banda superior i un altre a la banda inferior, que són els encarregats de donar servei a tot l'enllumenat d'aquesta plaça. Totes les línies elèctriques d'enllumenat es troben soterrades.



### 3. Normativa d'aplicació

Dins del projecte hi haurà dos tipus de normes a complir, les pertinents a la obra civil que caldrà realitzar per portar a terme la instal·lació i les pertinents a tota la instal·lació elèctrica.

A continuació es detalla la normativa relacionada amb l'obra civil:

- Reial decret 314/2006 pel qual s'aprova el Codi Tècnic de la Edificació.
- Reial decret 1371/2007 pel qual s'aprova el document bàsic "DB-HR Protecció enfront el soroll" del Codi Tècnic de la Edificació i modifica el Reial decret 314/2006 que aprova el Codi Tècnic de la Edificació.
- Reial decret 1627/1997, el qual estableix les disposicions mínimes de seguretat i salut a les obres de construcció.

La normativa pertinent a la instal·lació elèctrica és la següent:

- Reial decret 842/2002, en el qual s'aprova el Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió i les Instruccions Tècniques Complementàries al Reglament per a Centrals Elèctriques i Estacions Transformadores.
- Normes UNE d'obligat compliment.
- Reial decret 1/2012 pel qual es procedeix a la suspensió dels procediments de preassignació de retribució i a la supressió dels incentius econòmics per a noves instal·lacions de producció d'energia elèctrica a partir de cogeneració, fons d'energia renovables i residus.
- Reial decret 1699/2011 el qual regula la connexió a xarxa de instal·lacions de producció d'energia elèctrica de petita potència.
- Reial decret 900/2015, que regula les condicions administratives, tècniques i econòmiques de les modalitats de subministrament d'energia elèctrica amb autoconsum i de producció amb autoconsum.
- Reial decret 187/2016, que regula les exigències de seguretat del material elèctric destinat a ser utilitzat en determinats límits de tensió.
- Reial decret 186/2016, el qual regula la compatibilitat electromagnètica dels equips elèctrics i electrònics.
- Plec de prescripcions tècniques de l'Ajuntament de Barcelona

## 4. Instal·lació d'enllumenat públic

Dins de la plaça Alfonso Comín es troben dues instal·lacions d'enllumenat públic ben diferenciades, una a la part superior, alimentada pel quadre de comandament d'enllumenat públic QC6667 i l'altra a la part inferior de la plaça, alimentada pel quadre d'enllumenat QC6668:

QUADRE	PUNTS DE LLUM	LLUMENERES	POTÈNCIA(W)	ÀMBIT
QC6667	21	27	3450	Part superior plaça
QC6668	17	19	3150	Part inferior plaça
TOTAL	38	46	6600	-

**Taula 4.1.** Resum enllumenat existent a la plaça Alfonso Comín

### 4.1. Instal·lació d'enllumenat públic del quadre de comandament QC6667

Tal i com s'ha comentat, el quadre de comandament QC6667 alimenta tot l'enllumenat públic de la part superior de la plaça.

Aprofitant que a aquesta part superior hi ha una petita sala tècnica que alberga un Centre de Transformació d'Endesa, el quadre d'enllumenat es situa en un armari ubicat al seu interior.



**Figura 4.2.** Ubicació del quadre de comandament QC6667

Aquest quadre de comandament disposa de quatre sortides, les quals estan totes en us, per tant l'enllumenat públic d'aquesta zona estarà format per quatre línies.

La primera línia dóna servei a vuit projectors ubicats a l'interior de la pèrgola gran. Aquests projectors, els quals es troben a una alçada d'uns 5m, tenen una làmpada de sodi amb una potència de 100W cadascuna.

La segona línia dóna servei a quatre projectors ubicats a l'interior de la pèrgola petita. Aquests projectors, com en el cas dels de la pèrgola gran, es troben a una alçada d'uns 5m i tenen una làmpada de sodi amb una potència de 100W cadascuna.

La tercera línia està formada per quatre punts de llum de la zona pavimentada formats per una columna metàl·lica de 7,5m d'alçada. Dos d'aquests punts estan formats per 3 llumeneres i els altres dos només tenen una llumenera. Cada llumenera té una làmpada de vapor de mercuri la qual té una potència de 150W.

La quarta línia està formada per cinc punts de llum de la zona pavimentada formats per una columna metàl·lica de 7,5m d'alçada. Un d'aquests punts està format per 3 llumeneres i els altres quatre només tenen una llumenera. Cada llumenera té una làmpada de vapor de mercuri la qual té una potència de 150W.



**Figura 4.2.** Diferent tipus de punt de llum a la part superior de la plaça

A continuació s'adjunta una taula resum on es detalla cada línia:

DISTRIBUCIÓ PUNTS DE LLUM QC6667				
LÍNIA	PUNTS DE LLUM	LLUMENERES	POTÈNCIA(W)	ÀMBIT
1	8	8	800	Pèrgola gran
2	4	4	400	Pèrgola petita
3	4	8	1200	Zona pavimentada
4	5	7	1050	Zona pavimentada
TOTAL	21	27	3450	-

Taula 4.2. Resum línies quadre d'enllumenat públic QC6667

## 4.2. Instal·lació existent d'enllumenat públic a la part inferior de la plaça

Tal i com s'ha comentat, el quadre de comandament QC6668 alimenta tot l'enllumenat públic de la part inferior de la plaça.

Aquest quadre de comandament està integrat en un armari encastrat a la paret inferior del camp de futbol.



Figura 4.3. Ubicació del quadre de comandament QC6668

Aquest quadre de comandament disposa de quatre sortides, encara que una està inactiva, per tant l'enllumenat públic d'aquesta zona estarà format per tres línies.

La primera línia està formada pels deu punts de llum ubicats a la zona amb gespa que hi ha a la part inferior de la plaça, els quals estan formats per una columna metàl·lica de 4m d'alçada. Cadascuna d'aquestes columnes té en la seva part superior una llumenera en forma de globus, amb una làmpada de vapor de mercuri, d'una potència de 150W.

La segona línia està formada per un punt de llum ubicat a la zona intermitja de la part inferior de la plaça, a la zona de parterre, el qual és una columna metàl·lica de 9m. Aquesta columna està formada per 3 projectors amb una làmpada de vapor de mercuri, amb una potència de 250W per projector.

La tercera línia està formada per sis punts de llum de la zona enganxada a la part inferior del camp de futbol, els quals tenen una columna metàl·lica de 4,5m d'alçada. Cadascun d'aquests punts de llum té una única llumenera amb forma de globus amb una làmpada de vapor de mercuri que té una potència de 150W.



**Figura 4.4.** Tipus d'enllumenat de les línies 1,2 i 3 respectivament

A continuació s'adjunta una taula resum on es detalla cada línia:

DISTRIBUCIÓ PUNTS DE LLUM QC6668				
LÍNIA	PUNTS DE LLUM	LLUMENERES	POTÈNCIA(W)	ÀMBIT
1	10	10	1500	Zona inferior plaça
2	1	3	750	Zona parterre plaça
3	6	6	900	Zona enganxada a part inferior estadi
TOTAL	17	19	3150	-

**Taula 4.3.** Resum línies quadre d'enllumenat públic QC6668

### 4.3. Previsió demanda anual instal·lació d'enllumenat públic

Tal com s'ha comentat als apartats anteriors, la instal·lació d'enllumenat públic de la plaça Alfonso Comín té una potència total instal·lada de 6600W.

Per calcular la demanda anual cal tenir en compte que a la ciutat de Barcelona l'enllumenat públic cada dia des de que s'encén fins a les 22h treballa al 100% de la seva potència, però a partir de les 22h fins el moment en el qual s'apaga el dia següent treballa al 70% de la seva potència nominal per tal de reduir el consum d'electricitat.

A continuació es mostra una taula on s'ha calculat la mitjana d'hores que la instal·lació treballa al 100% i al 70% per un dia de cada mes. Aquesta taula s'ha creat mitjançant un informe anual d'horaris diaris d'engegada i apagada de l'enllumenat públic facilitat per l'Ajuntament de Barcelona.

	Hores al dia al 100% de potència	Hores al dia al 70% de potència
Gener	4	10
Febrer	3:30	9:30
Març	3	9
Abril	1:30	9
Maig	1	8:30
Juny	0:30	8
Juliol	1	8
Agost	1:30	8:30
Setembre	2	9
Octubre	3	9:30
Novembre	4:30	9
Desembre	4:30	9:30

**Taula 4.4.** Hores de funcionament de l'enllumenat públic de Barcelona en un dia de cada mes

Coneixent les hores de funcionament diàries de l'enllumenat públic i la potència instal·lada es pot calcular la demanda diària per un dia tipus de cada mes, multiplicant les hores de funcionament per la potència instal·lada. Si aquesta demanda diària es multiplica per la quantitat de dies de cada mes es coneixerà la demanda mensual, i fent la suma de totes les demandes mensuals es coneixerà la demanda anual de la instal·lació d'enllumenat públic de la plaça Alfonso Comín. A continuació es mostra aquesta demanda, per cada quadre d'enllumenat i total de la plaça:

	Demanda kWh per dia	Demanda mensual kWh
Gener	37,95	1.176,45
Febrer	35,02	980,49
Març	32,09	994,64
Abril	26,91	807,30
Maig	23,98	743,30
Juny	21,05	631,35
Juliol	22,77	705,87
Agost	25,70	796,78
Setembre	28,64	859,05
Octubre	33,29	1.032,07
Novembre	37,26	1.117,80
Desembre	38,47	1.192,49
TOTAL ANUAL		11.037,59

**Taula 4.5.** Demanda diària, mensual i anual de l'enllumenat públic pel quadre d'enllumenat QC6667

	Demanda kWh/dia	Demanda mensual kWh
Gener	34,65	1.074,15
Febrer	31,97	895,23
Març	29,30	908,15
Abril	24,57	737,10
Maig	21,89	678,67
Juny	19,22	576,45
Juliol	20,79	644,49
Agost	23,47	727,49
Setembre	26,15	784,35
Octubre	30,40	942,32
Novembre	34,02	1.020,60
Desembre	35,12	1.088,80
TOTAL ANUAL		10.077,80

**Taula 4.6.** Demanda diària, mensual i anual de l'enllumenat públic pel quadre d'enllumenat QC6668

	Demanda kWh/dia	Demanda mensual kWh
Gener	72,60	2.250,60
Febrer	66,99	1.875,72
Març	61,38	1.902,78
Abril	51,48	1.544,40
Maig	45,87	1.421,97
Juny	40,26	1.207,80
Juliol	43,56	1.350,36
Agost	49,17	1.524,27
Setembre	54,78	1.643,40
Octubre	63,69	1.974,39
Novembre	71,28	2.138,40
Desembre	73,59	2.281,29
TOTAL ANUAL		21.115,38

**Taula 4.7.** Demanda diària, mensual i anual de l'enllumenat públic pel quadre d'enllumenat QC6668



## 5. Instal·lació fotovoltaica

### 5.1. Tipus d'instal·lació

Tenint en compte el Reial Decret 900/2015, la instal·lació a realitzar en aquest projecte es classificarà com una instal·lació d'Autoconsum Tipus I, que són aquelles instal·lacions de generació d'energia elèctrica destinades al consum propi i on el titular de la instal·lació de producció i del consum sigui el mateix. Concretament, en aquest projecte es realitzaran dues instal·lacions d'Autoconsum Tipus 1, ja que cada quadre d'enllumenat públic és considerat com un consum diferent. A cada instal·lació d'aquestes el titular de la instal·lació de producció i del consum serà el mateix, l'Ajuntament de Barcelona.

Altres requisits relacionats amb les instal·lacions d'autoconsum que cal conèixer són:

- La potència contractada pel consumidor no serà superior als 100kW.
- La potència de la instal·lació fotovoltaica sempre serà inferior o igual a la potència contractada.
- Les instal·lacions de generació i el punt de subministrament hauran de complir amb el Reial Decret 1699/2011 pel qual es regula la connexió a xarxa de les instal·lacions de producció d'energia elèctrica de petita potència.
- No es rebra retribució per l'excedent d'energia abocada a la xarxa.
- En les instal·lacions d'autoconsum de Tipus 1 de menys de 10kW amb un dispositiu de injecció 0 a la xarxa no es pagaran les despeses d'estudi per a realitzar la connexió a la instal·lació existent.
- Caldrà instal·lar dos equips de mesura als punts de frontera, un de consum i l'altre de generació.
- La instal·lació de bateries està permesa.
- En els casos on s'instal·lin bateries s'haurà de pagar un càrrec per la potència generada que sigui superior a la potència a facturar mesurada al comptador de companyia.
- No hi haurà necessitat de pagar un dipòsit d'aval d'accés a la xarxa.

La idea d'aquesta instal·lació serà que l'energia generada pels panells solars durant el dia s'acumuli a una bateria, entregant a la xarxa l'energia sobrant un cop les bateries estiguin plenes. Per la nit l'enllumenat públic s'alimentarà a partir de les bateries fins el moment en el que aquestes es descarreguin per complet, que la instal·lació d'enllumenat passarà a alimentar-se a través de la xarxa.

## 5.2. Panells fotovoltaics

Els panells fotovoltaics són els elements de captació de la radiació solar per tal de poder transformar aquesta en electricitat. Un panell fotovoltaic està format per un conjunt de cèl·lules fotovoltaiques.

Les cèl·lules més comunes són les de silici monocristal·lí i policristal·lí. Les diferències entre aquestes són que les monocristal·lines tenen un rendiment energètic elevat i una vida útil llarga però amb l'inconvenient de que el seu cost és molt elevat, motiu pel qual tenen una implantació moderada en el mercat, mentre que les cèl·lules policristal·lines tenen un rendiment inferior respecte les monocristal·lines, però el seu cost és inferior a aquestes.

Un altre tipus de cèl·lules utilitzades, encara que en menor mesura, són les cèl·lules de capa fina on es disposen diverses capes de material fotovoltaic en una base. El gran avantatge d'aquest tipus de cèl·lules és que són flexibles, característica que permet que s'utilitzin en superfícies corbades. Respecte les cèl·lules de silici cristal·lí, les de capa fina tenen una menor potència, encara que aconsegueixen aprofitar de millor manera la radiació difusa, presenten un millor comportament en front a la temperatura i una major tolerància a les ombres.

Les característiques més importants que descriuen els panells fotovoltaics són les següents:

- El punt de màxima potència (MPP) és el punt on es maximitza la potència que pot generar el panell ( $P_{m\grave{a}x}$  o  $P_{MPP}$ ) amb l'elecció del par corrent-tensió òptim, el qual es defineix a la corba I-V ( $V_{mpp}$ ,  $I_{MPP}$ ) i es mesura en Vats pic ( $W_p$ ). Els  $W_p$  són el valor de potència amb els que es defineixen els mòduls en condicions Standard Test Conditions (STC), les quals són a  $1000 \text{ W/m}^2$  de irradiància solar,  $25^\circ\text{C}$  de temperatura del panell fotovoltaic i espectre de la radiació AM 1.5, considerant a més una radiació normal a la superfície del panell.
- La eficiència de conversió ( $\eta$ ) descriu el percentatge de potència incident en forma de radiació solar que es transforma en energia elèctrica. Aquest percentatge s'obté del quocient entre la potència màxima del panell ( $P_{m\grave{a}x}$ ) i la quantitat de potència irradiada sobre la superfície d'aquest en condicions estàndard de mesura, la qual és el producte de la irradiància i l'àrea del panell.
- El voltatge en circuit obert ( $V_{oc}$ ) és la tensió que hi ha a la cèl·lula fotovoltaica quan no hi passa corrent a través d'ella, és a dir, quan no té cap càrrega o consum connectat.
- El corrent de curtcircuit ( $I_{sc}$ ) es produeix quan entren en contacte els pols d'un generador elèctric, produint un augment de calor degut a que la resistència és mínima, cosa que provoca que el corrent sigui el màxim.

- El factor de forma expressa la relació entre la potència màxima que es pot entregar per panell i el producte  $I_{SC} \cdot V_{OC}$ . Normalment el valor d'aquest factor està comprès entre 0,7 i 0,8, sent el màxim 1, que és la seva situació ideal.
- Els coeficients tèrmics ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ) mesuren els efectes que té la variació de la temperatura de funcionament als valors característics del panell fotovoltaic (de  $I_{SC}$ ,  $V_{OC}$  i  $P_{MPP}$ ), permetent calcular el valor d'aquests últims fora de les condicions estàndards de mesura. Normalment s'expressen en percentatges (%/°C).

Segons com s'agrupin les cèl·lules fotovoltaïques es poden trobar tres tipus diferents de panells fotovoltaïcs:

- Els panells fotovoltaïcs de 12v estan formats per 36 cèl·lules connectades en sèrie, disposades en una matriu de 9 cèl·lules verticals per 4 horitzontals i treballen a una tensió d'uns 18-19 volts en el seu punt de màxima potència. Els panells fotovoltaïcs més habituals d'aquest tipus tenen unes potències que es mouen entre els 5 Wp i els 150 Wp. Aquests panells fotovoltaïcs s'utilitzen en instal·lacions aïllades d'autoconsum.
- Els panells fotovoltaïcs de 24v estan formats per 72 cèl·lules connectades en sèrie, disposades en una matriu de 12 cèl·lules verticals per 6 horitzontals i treballen a una tensió d'uns 37 volts en el seu punt de màxima potència. Els panells fotovoltaïcs més habituals d'aquest tipus tenen unes potències que es mouen entre els 180 Wp i els 240 Wp. Aquests panells fotovoltaïcs s'utilitzen habitualment en instal·lacions aïllades d'autoconsum.
- Els panells fotovoltaïcs de 60 cèl·lules connectades en sèrie, disposades en una matriu de 10 cèl·lules verticals per 6 horitzontals, treballen a una tensió d'uns 30 volts en el seu punt de màxima potència, per l'efecte de la temperatura que fa baixar la tensió de funcionament del panell. Els panells fotovoltaïcs més habituals tenen unes potències que es mouen entre els 240 Wp i els 265 Wp. Aquests panells fotovoltaïcs van ser dissenyats per a instal·lacions de connexió a la xarxa per a configuració de strings, encara que actualment també s'utilitzen en instal·lacions aïllades.

### 5.2.1. Elecció panells fotovoltaïcs

Pel projecte objecte d'estudi s'ha decidit escollir el panell fotovoltaic Luxor Eco Line M72 format per 72 cèl·lules connectades en sèrie. La potència nominal és de 200Wp i les seves principals característiques es mostren a la taules següents:

Luxor Eco Line M72	
Potència nominal ( $P_{m\grave{a}x}$ )	200 Wp
Tensió nominal ( $V_{mpp}$ )	36,49 V
Corrent nominal ( $I_{MPP}$ )	5,5 A
Tensió circuit obert ( $V_{oc}$ )	45,62 V
Corrent cortcircuit ( $I_{sc}$ )	5,85 A
Màxima corrent inversa ( $I_{m\grave{a}x.inversa}$ )	15 A
Eficiència en STC	16,47 %
Eficiència a $200 \text{ W/m}^2$	15,41 %

Taula 5.1. Característiques del mòdul en condicions estàndard (STC)

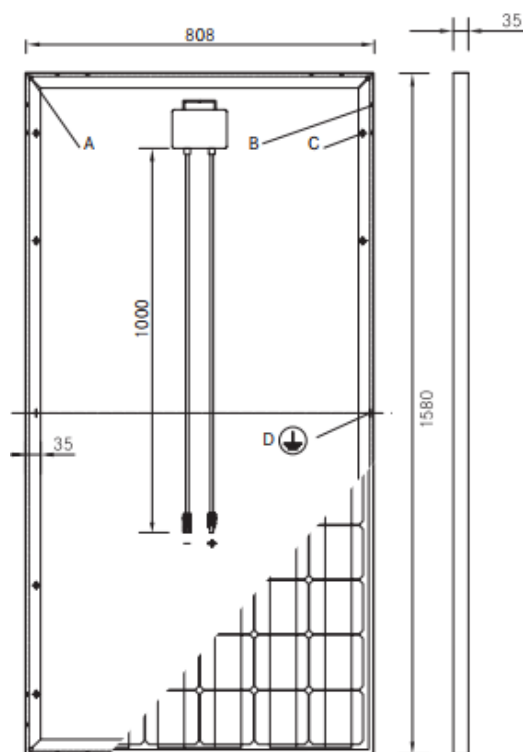
Coeficients	Valors
Coeficient temperatura $I_{sc}$ ( $\alpha$ )	0,06 %/C
Coeficient temperatura $V_{oc}$ ( $\beta$ )	-0,30 %/C
Coeficient temperatura $P_{MPP}$ ( $\gamma$ )	-0,40 %/C

Taula 5.2. Coeficients de temperatura del mòdul escollit

Luxor Eco Line M72	
Tipus de cèl·lula	Cèl·lula de silici monocristal·lí
Número de cèl·lules connectades en sèrie	6x12=72
Dimensió	1580x808x35 mm
Pes	15,5 kg
Rang de temperatura de funcionament	-40 a 85°C

Taula 5.3. Especificacions genèriques del mòdul escollit i dimensions

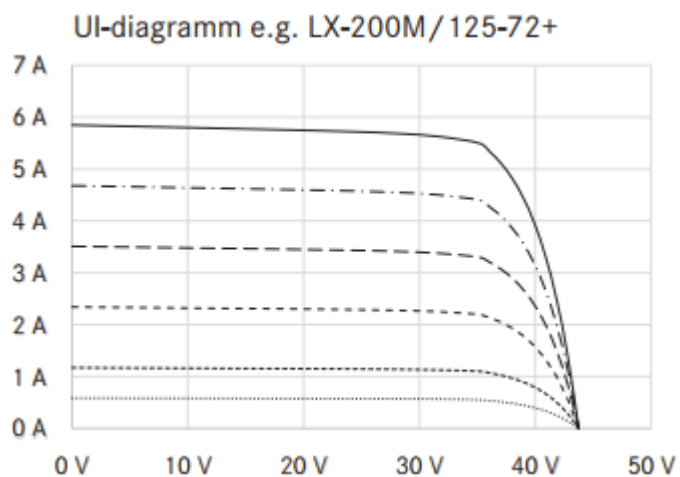
A continuació es mostra el detall dels panells fotovoltaics escollits:



- A: 4 x drainage 10\*10 mm
- B: 16 x ventilation aperture 3\*7 mm
- C: 8 x mounting hole<sup>4</sup> d = 7 mm
- D: 2 x earthing d = 2 mm

**Figura 5.1.** Detall de les dimensions físiques del panell

Aquests panells compten amb la següent corba I-V:



**Figura 5.2.** Corbes I-V del panell

### 5.3. Inversor CC/CA

L'inversor de CC/CA és l'encarregat de transformar el corrent continu que genera la instal·lació fotovoltaica en corrent altern.

Les característiques que descriuen els inversors cal diferenciar-les entre les que són respecte els valors d'entrada i les que són respecte els valors de sortida.

Respecte els valors d'entrada en DC cal tenir en compte:

- La potència fotovoltaica màxima recomanada.
- El rang de tensió d'entrada pel correcte seguiment del Punt de Màxima Potència.
- La màxima tensió admissible.
- La màxima corrent admissible.

En el cas dels valors de sortida en AC cal tenir en compte:

- La potència nominal.
- La corrent nominal.
- La tensió de treball i tolerància de la mateixa.
- La freqüència de la tensió de treball.
- El factor de potència a potència nominal.
- Els valors de distorsió de tensió i corrent.

Segons el seu ús, els inversors es poden classificar de les següents maneres:

- Inversors d'aïllada, els quals s'utilitzen en instal·lacions aïllades de la xarxa elèctrica. Aquests inversors tenen l'objectiu d'eleva la tensió de la bateria de 12V, 24V o 48V fins als 220V d'alterna.
- Inversors/carregadors, que a part de fer la funció d'inversor, incorporen un carregador per carregar les bateries amb un grup electrogen o la xarxa elèctrica.
- Inversors de connexió a xarxa, que posseeixen un sistema de bucle d'enganxada de fase que sincronitza la tensió i la freqüència de sortida amb la xarxa. Aquests inversors no gestionen bateries.
- Els inversors híbrids o gestors energètics, que són capaços de controlar l'energia d'entrada dels panells solars, les bateries i el recolzament de la xarxa. La diferencia amb els inversors d'aïllada és que són capaços de sumar l'energia de la xarxa amb l'energia de les bateries i els panells, segons les necessitats de la instal·lació.

Un altre punt a tenir en compte és que els inversors tant poden ser amb sortida monofàsica o amb sortida trifàsica.

### 5.3.1. Elecció inversor CC/CA

S'ha decidit escollir un inversor híbrid de connexió a xarxa. Aquest inversor, per la instal·lació de cada quadre de comandament, és el Fronius Symo Híbrid 3.0-3-S de 3kW. S'ha escollit aquesta potència perquè tal com s'ha comentat anteriorment, segons el Reial Decret 900/2015 les instal·lacions d'Autoconsum de Tipus 1 no podran tenir una potència fotovoltaica instal·lada superior a la potència contractada.

L'inversor escollit compta amb una sortida trifàsica, donat que els quadres d'enllumenats s'alimenten en trifàsic, i se li poden connectar bateries, les quals es carregaran durant ell dia i s'utilitzaran a les hores nocturnes.

Les característiques principals, d'entrada i sortida, de l'inversor escollit són les següents:

Paràmetres entrada inversor	
Potència fotovoltaica màxima recomanada ( $P_{fv}$ )	5000 Wp
Rang de tensió de corrent contínua (MPPT)	200-800 V
Tensió màxima de CC admissible ( $U_{CCmax}$ )	1000 V
Corrent contínua màx. admissible ( $I_{CCmax}$ )	16 A
Entrades de CC	2

Taula 5.4. Paràmetres d'entrada de l'inversor escollit

Paràmetres sortida inversor	
Potència nominal de CA ( $P_{CA}$ )	5000 W
Corrent nominal CA	4,3 A
Freqüència	50 Hz
Connexió a xarxa	3N, AC, 400V
Factor de potència	0,85-1 ind./cap.

**Taula 5.5.** Paràmetres de sortida de l'inversor escollit

## 5.4. Bateries

Les bateries són l'element utilitzat per emmagatzemar energia elèctrica i disposar d'ella en el moment que es necessita.

Segons el seu règim de descàrrega, les bateries es poden classificar en dos tipus:

- Bateries d'arrancada, les quals estan dissenyades per descarregar-se ràpidament, en aplicacions en les quals és necessària una elevada corrent, la qual ha d'utilitzar-se en molt poc temps.
- Bateries de descàrrega profunda, les quals tenen un amperatge més limitat durant la seva descàrrega i el poden mantenir durant un temps molt més gran, mantenint uns nivells de tensió adequats durant tot aquest període.

Les característiques més importants de les bateries són les següents:

- La capacitat, la qual es defineix com la quantitat d'electricitat que es pot aconseguir en una descàrrega completa de la bateria partint d'un estat de càrrega total, és a dir, la màxima quantitat d'electricitat que pot emmagatzemar la bateria. Aquesta quantitat depèn del temps en que es descarrega la bateria. Com més lentament es produeix la descàrrega, més



elevada és la capacitat de l'acumulador. Les unitats de la capacitat s'expressen en Amperes-hora (Ah).

- La profunditat de descàrrega, que és el percentatge de l'energia que s'ha extret d'un acumulador totalment carregat en una descàrrega.
- L'eficiència de càrrega, que és la relació que hi ha entre l'energia utilitzada per carregar la bateria i la realment emmagatzemada.
- L'autodescàrrega, que és el procés pel qual l'acumulador es descarrega lentament encara que no s'estigui utilitzant.
- La vida útil, la qual es mesura en cicles. Aquests cicles es defineixen com el procés complet de càrrega-descàrrega. Per tant la vida útil és el temps de duració que tenen les bateries, que depèn dels cicles que hagin realitzat aquestes.

#### 5.4.1. Elecció de les bateries

La elecció de les bateries ha sigut fàcil, donat que el inversor escollit, només accepta unes bateries específiques que són de la mateixa marca que l'inversor. Donada tota l'energia que s'haurà d'acumular, s'ha decidit escollir les bateries Fronius Solar Battery 7.5.

A continuació es detallen algunes característiques elèctriques i característiques generals d'aquesta bateria.

Fronius Solar Battery 7.5	
Capacitat útil (80% DoD)	6 kWh
Rang de tensió	200-290 V
Màxima potència de càrrega	4000 W
Màxima potència de descàrrega	4000 W
Màxima corrent de càrrega	16 A
Màxima corrent de descàrrega	16 A

Taula 5.6. Paràmetres elèctrics de la bateria

Fronius Solar Battery 7.5	
<b>Dimensions (alçada x amplada x profunditat)</b>	955 x 570 x 611 mm
<b>Pes</b>	125 kg
<b>Tipus de protecció</b>	IP 20
<b>Tipus d'instal·lació</b>	Instal·lació interior
<b>Marge de temperatura ambient</b>	5-35 °C
<b>Vida útil</b>	20 anys, a 23°C de temperatura ambient

Taula 5.7. Paràmetres generals de la bateria

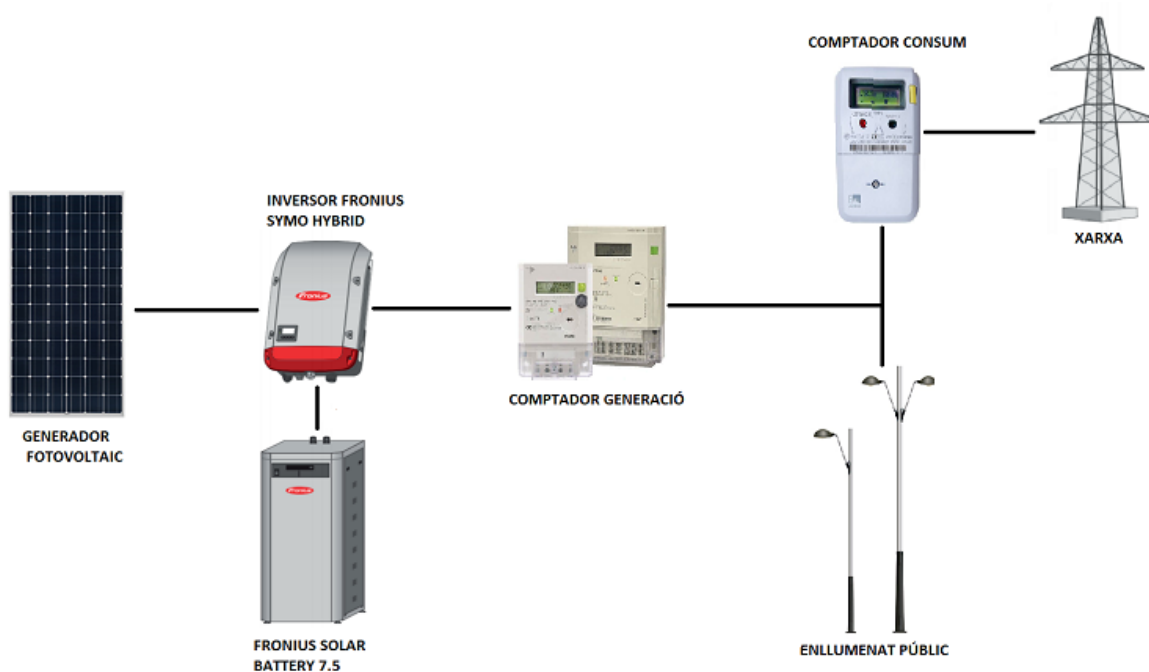
## 5.5. Comptador

Tal i com s'ha comentat anteriorment, les instal·lacions d'Autoconsum Tipus 1 hauran de tenir un comptador que mesuri la generació i un altre que mesuri el consum.

El de consum l'haurà d'instal·lar la companyia elèctrica abans del punt de frontera, però el de generació anirà a càrrec dels propietaris de la instal·lació. És per aquest motiu que s'instal·larà un comptador d'energia trifàsic per una potència inferior a 15kW homologat per ENDESA, amb sistemes de PLC i PRIME, necessari per a la legalització de la instal·lació.

## 5.6. Esquema de la instal·lació

Tots aquests dispositius que s'han presentat formaran part de les dues instal·lacions fotovoltaïques. Abans de començar el dimensionament de les instal·lacions, que al tenir potències similars seran iguals, es mostrarà un croquis d'exemple de com quedaran distribuïts els dispositius a cada una de les instal·lacions, per tal de tenir-ho més clar a l'hora de fer el dimensionament:



**Figura 5.3.** Exemple de la distribució dels dispositius de la instal·lació

Tant l'inversor, com la bateria i el comptador aniran ubicats a l'interior de l'armari tècnic que es construirà.

## 5.7. Dimensionament de la instal·lació

Un cop escollits els dispositius que tindrà la instal·lació fotovoltaica es realitzarà el dimensionament d'aquesta. Per realitzar els càlculs s'han tingut en compte les explicacions que apareixen al "Plec de Condicions Tècniques de Instal·lacions aïllades de la Xarxa", de el *Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE)*, a la "Guia de disseny de centrals elèctriques" del professor de la UPC *Jordi de la Hoz* i al "Quadern Pràctic número 4, Energia solar fotovoltaica" de l'*Institut Català d'Energia*.

### 5.7.1. Dimensionament del sistema de captació i conversió

Per dimensionar el sistema de captació i conversió, a part de tenir en compte les característiques dels panells i l'inversor, mostrades anteriorment, caldrà definir el concepte del factor de dimensionament o factor d'escalat. Aquest factor és la relació entre la potència nominal de l'inversor ( $P_{inv}$ ) i la potencia nominal pic del generador fotovoltaic ( $P_{FGV}$ ).

El factor de dimensionament òptim depèn de les condicions de radiació solar disponible, així que quan aquestes siguin més pròximes als valors estàndards de mesura (STC) el valor del factor de dimensionament òptim serà més proper a la unitat.

A les zones del Sur d'Europa es pren que el factor de dimensionament es mou entre 0,85 i 1, degut al valor mitjà de la radiació solar disponible. Tot i això caldrà revisar si aquests valors són correctes, per tal de no escollir un inversor que no sigui l'òptim.

Suposant que el factor de dimensionament es mou entre els valors de 0,85 i 1, es procedeix a calcular la quantitat màxima i mínima de panells fotovoltaics a instal·lar segons les característiques de l'inversor escollit:

$$N_{\text{màx.panells}} = \frac{P_{\text{inv}}}{F_{\text{di,mín.}} * P_{\text{mòdul}}} = \frac{3000 \text{ W}}{0,85 * 200 \text{ Wp}} = 17 \text{ panells}$$

$$N_{\text{mín.panells}} = \frac{P_{\text{inv}}}{F_{\text{di,màx.}} * P_{\text{mòdul}}} = \frac{3000 \text{ W}}{1 * 200 \text{ Wp}} = 15 \text{ panells}$$

A continuació es verificarà si el rang del factor de dimensionament escollit és el correcte o no. En el cas que sigui correcte haurà de complir la següent expressió

$$N_{\text{màx.panells}} * P_{\text{mòdul}} < P_{\text{màx.inv}} \rightarrow \frac{P_{\text{inv}}}{F_{\text{di,mín.}}} < P_{\text{màx.inv}}$$

$$\frac{P_{\text{inv}}}{F_{\text{di,mín.}}} = \frac{3 \text{ kW}}{0,85} = 3,53 \text{ kW} < 5 \text{ kW}$$

Per tant, es pot confirmar que els valors del factor de dimensionament mínim i màxim són correctes.

Un cop es coneix la quantitat mínima i màxima de panells a instal·lar, cal definir quants panells es podran col·locar en sèrie utilitzant les següents expressions:

$$N_{\text{màx.sèrie}} = \frac{V_{\text{màx(inv)}}}{V_{\text{OC(mòdul,-10°C)}}} = \frac{1000 \text{ V}}{50,41 \text{ V}} = 19 \text{ panells màxims en sèrie}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{OC(mòdul,-10°C)}} &= \left(1 - 35^\circ\text{C} * \left(\frac{\Delta V}{100}\right)\right) * V_{\text{OC,STC}} = \left(1 - 35^\circ\text{C} * \left(\frac{-0,35 \text{ V}}{100}\right)\right) * 45,62 \text{ V} \\ &= 50,41 \text{ V} \end{aligned}$$

On:

- $V_{\text{màx(inv)}}$  és la tensió màxima de funcionament del inversor.

- $V_{OC,STC}$  és la tensió de circuit obert del panell en condicions STC.
- $\Delta V$  és el coeficient tèrmic de  $V_{OC,STC}$ , representat com  $\beta$ .

I un cop coneguts els màxims panells que es poden posar en sèrie es procedeix a calcular el número mínim:

$$N_{min.sèrie} = \frac{V_{MPP,min(inv)}}{V_{MPP(modul,70^{\circ}C)}} = \frac{200}{31,39} = 7 \text{ panells mínim en sèrie}$$

$$\begin{aligned} V_{MPP(modul,70^{\circ}C)} &= \left(1 + 45^{\circ}C * \left(\frac{\Delta V}{100}\right)\right) * V_{MPP,STC} = \left(1 + 45^{\circ}C * \left(\frac{-0,3 V}{100}\right)\right) * 36,49 V \\ &= 31,56 V \end{aligned}$$

On:

- $V_{MPP,min(inv)}$  és la tensió mínima de funcionament del sistema seguidor del punt de màxima potència de l'inversor.
- $V_{MPP,STC}$  és la tensió en el punt de màxima potència en condicions STC.

Un cop conegut el número mínim i màxim de panells que poden funcionar en sèrie cal saber quants strings hi haurà per acabar de definir el disseny de la instal·lació fotovoltaica. Per definir quants strings hi haurà es fa servir la següent expressió:

$$N_{màx.strings} = \frac{I_{màx(inv)}}{I_{SC,string}} = \frac{16 A}{5,85 A} = 2 \text{ strings màxims}$$

On:

- $I_{màx(inv)}$  és la corrent màxima de l'inversor.
- $I_{SC,string}$  és la corrent de curtcircuit d'una branca, igual a la del panell.

Un cop conegut l'interval de panells que cal col·locar en sèrie i quin és el número màxim de strings que poden haver en cada instal·lació, i tenint en compte el número de panells mínims i màxims que pot haver a la instal·lació, es pot decidir quants panells formaran el generador fotovoltaic:

$$N_{sèrie} * N_{strings} = N_{panells}$$

Es decideix instal·lar per la instal·lació del quadre de comandament QC6667 16 panells en sèrie i per la instal·lació del QC6668 15 panells en sèrie.

Coneixent les dimensions del generador es pot calcular la potència pic de cada inversor i el factor de dimensionament associat:

- Per la instal·lació del QC6667:

$$P_{GFV(inv)} = P_{mòdul} * N_{panells} = 200 \text{ W} * 16 = 3.200 \text{ W}$$

$$F_{di} = \frac{P_{inv}}{P_{GFV(inv)}} = \frac{3000 \text{ W}}{3200 \text{ W}} = 0,94$$

- Per la instal·lació del QC6668:

$$P_{GFV(inv)} = P_{mòdul} * N_{panells} = 200 \text{ W} * 15 = 3.000 \text{ W}$$

$$F_{di} = \frac{P_{inv}}{P_{GFV(inv)}} = \frac{3000 \text{ W}}{3000 \text{ W}} = 1$$

Per tal de col·locar els panells a sobre de la pèrgola s'utilitzarà un kit d'estructura estàtica de la marca Technosun que inclourà tant carrils d'alumini, unions entre aquests carrils, subjeccions entre panells, subjeccions per a finals de panells i connectors de presa de terra entre panells i cable. La pèrgola on s'instal·len els panells té una inclinació de 15°, però els panells s'inclinaran mitjançant l'estructura uns 20° més, per així estar a una inclinació de 35°, propera a l'òptima.

### 5.7.2. Dimensionament de la bateria

Per tal d'escollir la capacitat de la bateria s'ha utilitzat l'aplicació que posa a la nostra disponibilitat l'empresa Fronius, fabricant de l'inversor i la bateria triats a la instal·lació objecte d'estudi, Solar.Configurator 4.0 (<http://fronius.solarconfigurator.de/solar.configurator/Quick>).

En aquesta plataforma escollint la marca i model del panell, la quantitat de panells dimensionats per la instal·lació, el model d'inversor, i la previsió de producció anual del generador fotovoltaic et diu l'emmagatzematge òptim de la bateria que cal escollir.

Per cadascuna de les instal·lacions d'aquest projecte el programa recomana instal·lar una bateria amb una capacitat útil de 6,0 kWh, que és la Fronius Solar Battery 7.2.

### 5.7.3. Dimensionament del cablejat

Per dimensionar el cablejat s'ha tingut en compte la informació esmentada al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT), el Pliego de Condiciones técnicas para Instalaciones Aisladas del IDAE i les normes UNE.

Sobretot s'han tingut en compte les següents premisses:

- Segons la ITC-BT-40 (Instal·lacions generadores de BT) els cables de connexió han d'estar dimensionats per una intensitat no inferior al 125% de la màxima intensitat del generador.
- Segons la norma UNE 20460-7-12, al tram de corrent continu els conductors es dimensionaran per a una intensitat admissible de 1,25 vegades la de curtcircuit en condicions STC.
- Segons el Pliego de Condiciones técnicas para Instalaciones Aisladas del IDAE, els conductors hauran de ser de coure i la seva secció haurà de ser suficient per a que la caiguda de tensió sigui inferior al 1,5% en la part de corrent continu.

Per tal d'escollir els conductors adequats s'ha utilitzat el dimensionament per caiguda de tensió, la comprovació pel criteri d'intensitat màxima admissible i finalment s'ha realitzat el càlcul de la caiguda de tensió resultant.

#### 5.7.3.1. Dimensionament per caiguda de tensió

Per realitzar el dimensionament per caiguda de tensió es fan servir les següents expressions:

- Per corrent continu o alterna monofàsica:

$$S_{disseny} = \frac{2 * L * I_{disseny} * \rho_{Tc}}{e * U_{tram}}$$

- Per corrent alterna trifàsica:

$$S_{disseny} = \frac{\sqrt{3} * L * I_{disseny} * \rho_{Tc}}{e * U_{tram}}$$

On:

- L és la longitud més desfavorable del tram considerat, en metres.
- $I_{disseny}$  és la corrent per a la qual es dimensiona el cablejat del tram, que com s'ha comentat anteriorment, és al 125% del corrent màxim del generador o del corrent en curtcircuit en condicions STC.
- $\rho_{Tc}$  és la resistivitat del conductor a la temperatura màxima admesa per aquest, que en el cas del coure, a una temperatura de 20°C es considera de  $0,021 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ .
- e és el percentatge de caiguda de tensió admissible al tram considerat.
- $U_{tram}$  és la tensió del tram a calcular.

A la taula que es mostra a continuació es poden observar les característiques de cada tram objecte d'estudi i la secció de disseny obtinguda per a la instal·lació del QC6667:

Tram	L(m)	I <sub>disseny</sub> (A)	Volts (V)	Resistivitat ( $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ )	c.d.t (%)	Secció disseny ( $\text{mm}^2$ )
Del generador a conversió aèria- subterrània	38	7,3125	583,84	0,0216	0,015	1,370718005
De la conversió a la caixa de connexions	41	7,3125	583,84	0,0216	0,015	1,478932584
De la caixa de connexions a l'inversor	8	7,3125	583,84	0,0216	0,006	0,721430529
Del comptador al QC6667	51	5,375	400	0,0216	0,015	1,709274339

Taula 5.8. Dimensionament per caiguda de tensió a la instal·lació del QC6667

I a continuació, per la instal·lació del QC6668:

Tram	L(m)	I <sub>disseny</sub> (A)	Volts (V)	Resistivitat ( $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ )	c.d.t (%)	Secció disseny ( $\text{mm}^2$ )
Del generador a conversió aèria- subterrània	32	7,3125	547,35	0,0216	0,015	1,231241436
De la conversió a la caixa de connexions	41	7,3125	547,35	0,0216	0,015	1,57752809
De la caixa de connexions a l'inversor	8	7,3125	547,35	0,0216	0,006	0,769525898
Del comptador al QC6668	103	5,375	400	0,0216	0,015	3,452063862

Taula 5.9. Dimensionament per caiguda de tensió a la instal·lació del QC6668

### 5.7.3.2. Comprovació pel criteri d'intensitat màxima admissible

Un cop obtinguda la secció de disseny es mira que el resultat obtingut sigui correcte comprovant que el corrent de dimensionament del cable sigui 1,25 vegades el corrent de curtcircuit o el corrent màxim del generador.

Per fer aquesta comprovació es tindrà sobretot en compte la norma UNE 20460-5-523.

A continuació s'explica quin és el procediment de comprovació per a cada tram.



#### 5.7.3.2.1 Tram del generador a la conversió aèria-subterrània

Per fer la comprovació cal saber que en aquest tram els conductors que s'instal·laran a les dues instal·lacions seran amb aïllament de XLPE i que baixaran per l'estructura de la pèrgola per l'interior d'una canal que tindrà protecció contra les inclemències atmosfèriques.

##### 5.7.3.2.1.1 Per la instal·lació del QC6667

Mirant la taula 52-B2 de la norma UNE 20460-5-523 es classifica la instal·lació com a tipus B1, que són les de conductors aïllats en un conducte sobre una paret de fusta. Per conèixer la màxima intensitat admissible cal mirar la taula 52-C2, que és la pròpia pels cables aïllats amb XLPE. Mirant la columna 4 d'aquesta taula, per una secció del conductor de  $1,5\text{mm}^2$ , que és la immediatament superior a la secció de disseny trobada mitjançant el dimensionament per caiguda de tensió, es veu que la màxima intensitat admissible ha de ser de 23 A.

A aquesta intensitat trobada cal aplicar-li una sèrie de factors de correcció.

El factor de correcció per temperatura ( $f_T$ ) s'obté mitjançant la taula 52-D1. Donat que el conductor anirà per l'exterior s'escull un  $f_T=0,71$ , que és el propi a una temperatura de  $60^\circ\text{C}$ , considerant que és la situació més desfavorable.

El factor per exposició solar de  $f_{ES}=0,9$ , dada que s'obté de la ITC-BT-06.

Per últim, s'aplica el factor de reducció per agrupament de varis conductors ( $f_A$ ), el qual s'obté mitjançant la taula 52-E1, que té un valor de 1, al tractar-se de dos conductors.

Coneixent tots aquests factors es calcula la màxima intensitat admissible corregida:

$$I_{m\grave{a}x,corregida} = f_T * f_{ES} * f_A * I_{m\grave{a}x} = 0,71 * 0,9 * 1 * 23\text{A} = 14,7\text{ A}$$

Perquè el dimensionament del cablejat sigui correcte, cal complir que  $I_{m\grave{a}x,corregida} > I_{disse\grave{n}y}$ , que en aquest cas és compleix.

##### 5.7.3.2.1.2 Per la instal·lació del QC6668

Mirant la taula 52-B2 de la norma UNE 20460-5-523 es classifica la instal·lació com a tipus B1, que són les de conductors aïllats en un conducte sobre una paret de fusta. Per conèixer la màxima intensitat admissible cal mirar la taula 52-C2, que és la pròpia pels cables aïllats amb XLPE. Mirant la columna 4 d'aquesta taula, per una secció del conductor de  $1,5\text{mm}^2$ , que és la immediatament superior a la secció de disseny trobada mitjançant el dimensionament per caiguda de tensió, es veu que la màxima intensitat admissible ha de ser de 23 A.

A aquesta intensitat trobada cal aplicar-li una sèrie de factors de correcció.

El factor de correcció per temperatura ( $f_t$ ) s'obté mitjançant la taula 52-D1. Donat que el conductor anirà per l'exterior s'escull un  $f_t=0,71$ , que és el propi a una temperatura de  $60^\circ\text{C}$ , considerant que és la situació més desfavorable.

El factor per exposició solar de  $f_{ES}=0,9$ , dada que s'obté de la ITC-BT-06.

Per últim, s'aplica el factor de reducció per agrupament de varis conductors ( $f_A$ ), el qual s'obté mitjançant la taula 52-E1, que té un valor de 1, al tractar-se de dos conductors.

Coneixent tots aquests factors es calcula la màxima intensitat admissible corregida:

$$I_{m\grave{a}x,corregida} = f_T * f_{ES} * f_A * I_{m\grave{a}x} = 0,71 * 0,9 * 1 * 23A = 14,7 A$$

Perquè el dimensionament del cablejat sigui correcte, cal complir que  $I_{m\grave{a}x,corregida} > I_{disseny}$ , que en aquest cas és compleix.

#### 5.7.3.2.2 Tram de la conversió aèria-subterrània a la caixa de connexions

Per fer la comprovació cal saber que en aquest tram els conductors que s'instal·laran seran amb aïllament de XLPE i que aniran enterrats dins de tubulars, fins a arribar a l'armari tècnic instal·lat, on al seu interior estarà la caixa de connexions pertinent de cada instal·lació.

##### 5.7.3.2.2.1 Per la instal·lació del QC6667

Mirant la taula 52-B2 de la norma UNE 20460-5-523 es classifica la instal·lació com a tipus D, que són les de cables unipolars o multipolars enterrats. Per conèixer la màxima intensitat admissible cal mirar la taula 52-C2, que és la pròpia pels conductors amb aïllament de XLPE. Mirant la columna 7 d'aquesta taula, per una secció del conductor de  $1,5\text{mm}^2$ , que és la immediatament superior a la secció de disseny trobada mitjançant el dimensionament per caiguda de tensió, es veu que la màxima intensitat admissible ha de ser de 26 A.

A aquesta intensitat trobada cal aplicar-li una sèrie de factors de correcció.

El factor de correcció per temperatura ( $f_t$ ) s'obté mitjançant la taula 52-D1. En aquest cas s'agafarà el factor de correcció per a una temperatura de  $40^\circ\text{C}$ , que serà  $f_t=0,85$ .

Al estar el conductor enterrat no hi haurà factor per exposició solar però hi haurà un factor per resistivitat del terra que serà de  $f_{RT}=1,1$ .

Per últim, s'aplica el factor de reducció per agrupament de varis conductors ( $f_A$ ), el qual s'obté mitjançant la taula 52-E3, que té un valor de 0,9.

Coneixent tots aquests factors es calcula la màxima intensitat admissible corregida:

$$I_{m\grave{a}x,corregida} = f_T * f_{RT} * f_A * I_{m\grave{a}x} = 0,85 * 1,1 * 0,9 * 26A = 21,88 A$$

Perquè el dimensionament del cablejat sigui correcte, cal complir que  $I_{m\grave{a}x,corregida} > I_{disseny}$ , que en aquest cas és compleix.

#### 5.7.3.2.2 Per la instal·lació del QC6668

Mirant la taula 52-B2 de la norma UNE 20460-5-523 es classifica la instal·lació com a tipus D, que són les de cables unipolars o multipolars enterrats. Per conèixer la màxima intensitat admissible cal mirar la taula 52-C2, que és la pròpia pels conductors amb aïllament de XLPE. Mirant la columna 7 d'aquesta taula, per una secció del conductor de  $2,5\text{mm}^2$ , que és la immediatament superior a la secció de disseny trobada mitjançant el dimensionament per caiguda de tensió, es veu que la màxima intensitat admissible ha de ser de 34 A.

A aquesta intensitat trobada cal aplicar-li una sèrie de factors de correcció.

El factor de correcció per temperatura ( $f_T$ ) s'obté mitjançant la taula 52-D1. En aquest cas s'agafarà el factor de correcció per a una temperatura de  $40^\circ\text{C}$ , que serà  $f_T=0,85$ .

Al estar el conductor enterrat no hi haurà factor per exposició solar però hi haurà un factor per resistivitat del terra que serà de  $f_{RT}=1,1$ .

Per últim, s'aplica el factor de reducció per agrupament de varis conductors ( $f_A$ ), el qual s'obté mitjançant la taula 52-E3, que té un valor de 0,9.

Coneixent tots aquests factors es calcula la màxima intensitat admissible corregida:

$$I_{m\grave{a}x,corregida} = f_T * f_{RT} * f_A * I_{m\grave{a}x} = 0,85 * 1,1 * 0,9 * 34A = 28,61 A$$

Perquè el dimensionament del cablejat sigui correcte, cal complir que  $I_{m\grave{a}x,corregida} > I_{disseny}$ , que en aquest cas és compleix.

#### 5.7.3.2.3 Tram de la caixa de connexions a l'inversor

Per fer la comprovació cal saber que en aquest tram els conductors que s'instal·laran seran amb aïllament de XLPE i que aniran per l'interior de l'armari tècnic a través d'una canal.

#### 5.7.3.2.3.1 Per la instal·lació del QC6667

Mirant la taula 52-B2 de la norma UNE 20460-5-523 es classifica la instal·lació com a tipus A1, que són les de conductors aïllats o cables unipolars en conductes empotrats en parets tèrmicament aïllades. Per conèixer la màxima intensitat admissible cal mirar la taula 52-C2, que és la pròpia pels conductors amb aïllament de XLPE. Mirant la columna 2 d'aquesta taula, per una secció del conductor de  $1,5\text{mm}^2$ , que és la immediatament superior a la secció de disseny trobada mitjançant el dimensionament per caiguda de tensió, es veu que la màxima intensitat admissible ha de ser de 19 A.

A aquesta intensitat trobada cal aplicar-li una sèrie de factors de correcció.

El factor de correcció per temperatura ( $f_t$ ) s'obté mitjançant la taula 52-D1. Per una temperatura considerada de  $60^\circ\text{C}$  s'obté un  $f_t=0,71$ .

Segons la ITC-BT-06 es considera un factor de correcció solar de  $f_{ES}=0,9$ .

Per últim, s'aplica el factor de reducció per agrupament de varis conductors ( $f_A$ ), el qual s'obté mitjançant la taula 52-E1, considerant la disposició dels cables com capa única sobre paret, terra o superfície sense perforar, que té un valor de 1.

Coneixent tots aquests factors es calcula la màxima intensitat admissible corregida:

$$I_{\text{màx,corregida}} = f_T * f_{ES} * f_A * I_{\text{màx}} = 0,71 * 0,9 * 1 * 19 \text{ A} = 12,14 \text{ A}$$

Perquè el dimensionament del cablejat sigui correcte, cal complir que  $I_{\text{màx,corregida}} > I_{\text{disseny}}$ , que en aquest cas es compleix.

#### 5.7.3.2.3.2 Per la instal·lació del QC6668

Mirant la taula 52-B2 de la norma UNE 20460-5-523 es classifica la instal·lació com a tipus A1, que són les de conductors aïllats o cables unipolars en conductes empotrats en parets tèrmicament aïllades. Per conèixer la màxima intensitat admissible cal mirar la taula 52-C2, que és la pròpia pels conductors amb aïllament de XLPE. Mirant la columna 2 d'aquesta taula, per una secció del conductor de  $1,5\text{mm}^2$ , que és la immediatament superior a la secció de disseny trobada mitjançant el dimensionament per caiguda de tensió, es veu que la màxima intensitat admissible ha de ser de 19 A.

A aquesta intensitat trobada cal aplicar-li una sèrie de factors de correcció.

El factor de correcció per temperatura ( $f_t$ ) s'obté mitjançant la taula 52-D1. Per una temperatura considerada de  $60^\circ\text{C}$  s'obté un  $f_t=0,71$ .

Segons la ITC-BT-06 es considera un factor de correcció solar de  $f_{ES}=0,9$ .

Per últim, s'aplica el factor de reducció per agrupament de varis conductors ( $f_A$ ), el qual s'obté mitjançant la taula 52-E1, considerant la disposició dels cables com capa única sobre paret, terra o superfície sense perforar, que té un valor de 1.

Coneixent tots aquests factors es calcula la màxima intensitat admissible corregida:

$$I_{màx,corregida} = f_T * f_{ES} * f_A * I_{màx} = 0,71 * 0,9 * 1 * 19 A = 12,14 A$$

Perquè el dimensionament del cablejat sigui correcte, cal complir que  $I_{màx,corregida} > I_{disseny}$ , que en aquest cas és compleix.

#### 5.7.3.2.4 Tram del comptador al QC6667

Per fer la comprovació cal saber que en aquest tram els conductors que s'instal·laran seran amb aïllament de XLPE i que aniran soterrats, des de l'armari tècnic fins al quadre d'enllumenat QC6667.

Mirant la taula 52-B2 de la norma UNE 20460-5-523 es classifica la instal·lació com a tipus D, que són les de cables unipolars o multipolars enterrats. Per conèixer la màxima intensitat admissible cal mirar la taula 52-C4, que és la pròpia per tres conductors amb aïllament de XLPE. Mirant la columna 7 d'aquesta taula, per una secció del conductor de  $2,5 \text{ mm}^2$ , que és la immediatament superior a la secció de disseny trobada mitjançant el dimensionament per caiguda de tensió, es veu que la màxima intensitat admissible ha de ser de 29 A.

A aquesta intensitat trobada cal aplicar-li una sèrie de factors de correcció.

El factor de correcció per temperatura ( $f_T$ ) s'obté mitjançant la taula 52-D1. Considerant una temperatura màxima de  $40^\circ\text{C}$ , s'obté un  $f_T=0,85$ .

En comptes d'aplicar un factor de correcció solar, al trobar-se soterrat s'aplicarà un factor per resistivitat tèrmica de  $1,5 \text{ K}\cdot\text{m}/\text{W}$ , el qual segons la taula 52-D3 serà de  $f_{RT}=1,1$ .

En aquest cas  $f_A=1$ .

Coneixent tots aquests factors es calcula la màxima intensitat admissible corregida:

$$I_{màx,corregida} = f_T * f_{RT} * f_A * I_{màx} = 0,85 * 1,1 * 1 * 29 A = 27,12 A$$

Perquè el dimensionament del cablejat sigui correcte, cal complir que  $I_{màx,corregida} > I_{disseny}$ , que en aquest cas és compleix.

#### 5.7.3.2.5 Tram del comptador al QC6668

Per fer la comprovació cal saber que en aquest tram els conductors que s'instal·laran seran amb aïllament de XLPE i que aniran soterrats, des de l'armari tècnic fins al quadre d'enllumenat QC6668.

Mirant la taula 52-B2 de la norma UNE 20460-5-523 es classifica la instal·lació com a tipus D, que són les de cables unipolars o multipolars enterrats. Per conèixer la màxima intensitat admissible cal mirar la taula 52-C4, que és la pròpia per tres conductors amb aïllament de XLPE. Mirant la columna 7 d'aquesta taula, per una secció del conductor de  $4 \text{ mm}^2$ , que és la immediatament superior a la secció de disseny trobada mitjançant el dimensionament per caiguda de tensió, es veu que la màxima intensitat admissible ha de ser de 37 A.

A aquesta intensitat trobada cal aplicar-li una sèrie de factors de correcció.

El factor de correcció per temperatura ( $f_T$ ) s'obté mitjançant la taula 52-D1. Considerant una temperatura màxima de  $40^\circ\text{C}$ , s'obté un  $f_T=0,85$ .

En comptes d'aplicar un factor de correcció solar, al trobar-se soterrat s'aplicarà un factor per resistivitat tèrmica de  $1,5 \text{ K}\cdot\text{m}/\text{W}$ , el qual segons la taula 52-D3 serà de  $f_{RT}=1,1$ .

En aquest cas  $f_A=1$ .

Coneixent tots aquests factors es calcula la màxima intensitat admissible corregida:

$$I_{\text{màx,corregida}} = f_T * f_{RT} * f_A * I_{\text{màx}} = 0,85 * 1,1 * 1 * 37\text{A} = 34,59 \text{ A}$$

Perquè el dimensionament del cablejat sigui correcte, cal complir que  $I_{\text{màx,corregida}} > I_{\text{diseny}}$ , que en aquest cas és compleix.

#### 5.7.3.3. Càlcul de la caiguda de tensió resultant

Abans de calcular la caiguda de tensió resultant, cal tenir en compte les especificacions del panell fotovoltaic escollit i les recomanacions de la ITC-BT-07.

Segons el datasheet del panell fotovoltaic escollit aquest utilitzarà un cable de  $4 \text{ mm}^2$ , per tant, tot el primer tram, que va dels panells fotovoltaics fins a la conversió aèria-subterrània es dimensionarà amb cable de  $4 \text{ mm}^2$  en comptes dels  $1,5 \text{ mm}^2$  de les dues instal·lacions. Com és una secció major que l'escollida anteriorment, aquesta seguirà complint el criteri de màxima intensitat admissible.

Segons la ITC-BT-07, Xarxes subterrànies per a distribució en baixa tensió, els conductors de coure que vagin enterrats tindran una secció mínima de  $6 \text{ mm}^2$ . És per aquest motiu, que en les dues

instal·lacionstots els trams es dimensionaran amb una secció de  $6\text{mm}^2$ , que al ser una secció major que l'escollida en els càlculs anteriors seguirà complint els criteris de màxima intensitat admissible.

Per calcular la caiguda de tensió resultant s'utilitzen les següents expressions:

- Per a corrent continua o alterna monofàsica:

$$e_{\%} = \frac{2 * L * I_{tram} * \rho_{Tc}}{S_{norm} * U_{tram}} * 100$$

- Per a corrent alterna trifàsica:

$$e_{\%} = \frac{\sqrt{3} * L * I_{tram} * \rho_{Tc}}{S_{norm} * U_{tram}} * 100$$

A la següent taula es mostren les diferents característiques de cada tram i la caiguda de tensió resultant per la instal·lació del QC6667:

Tram	L(m)	I <sub>tram</sub> (A)	U <sub>tram</sub> (V)	Resistivitat ( $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ )	S <sub>norm</sub> (mm <sup>2</sup> )	cdt(%)
Del generador a conversió aèria- subterrània	38	5,44	583,84	0,022	4	0,389476569
De la conversió a la caixa de connexions	41	5,44	583,84	0,022	6	0,280149813
De la caixa de connexions a l'inversor	8	5,44	583,84	0,022	6	0,054663378
Del comptador al QC6667	51	5,375	400	0,022	6	0,435231892

Taula 5.10. Dimensionament per caiguda de tensió a la instal·lació del QC6667

I ara per la del QC6668:

Tram	L(m)	I <sub>tram</sub> (A)	U <sub>tram</sub> (V)	Resistivitat (Ω*mm <sup>2</sup> /m)	S <sub>norm</sub> (mm <sup>2</sup> )	cdt(%)
Del generador a conversió aèria-subterrània	32	5,44	547,35	0,022	4	0,34984562
De la conversió a la caixa de connexions	41	5,44	547,35	0,022	6	0,298826467
De la caixa de connexions a l'inversor	8	5,44	547,35	0,022	6	0,058307603
Del comptador al QC6668	103	5,375	400	0,022	6	0,878997743

Taula 5.11. Dimensionament per caiguda de tensió a la instal·lació del QC6667

#### 5.7.4. Elecció de les proteccions

Per escollir les proteccions contrasobrecarregues i curtcircuits caldrà tenir en compte els següents punts:

- El corrent nominal del dispositiu de protecció haurà de ser superior al corrent que es proveeix a la línia, el qual es dissenya per a un 125% del corrent nominal i de curtcircuit, pel costat de corrent alterna i corrent continua respectivament.
- El corrent nominal del dispositiu de protecció haurà de ser menor al màxim corrent admissible del conductor a protegir.

##### 5.7.4.1. Proteccions a la banda de corrent continu

Donat el baix corrent de curtcircuit que poden generar els diferents strings que formen el generador fotovoltaic no caldria posar cap tipus de protecció davant sobrecarregues o curtcircuits en el costat de continua, però per facilitar la maniobrilitat de la instal·lació s'instal·laran fusibles seccionables. Per calcular la intensitat d'aquest fusible s'utilitza la següent expressió:

$$I_{màx,string} = I_{SC(string,70^{\circ}C)} = \left(1 + 45^{\circ}C * \left(\frac{\Delta I}{100}\right)\right) * I_{SC,STC} = \left(1 + 45^{\circ}C * \left(\frac{0,06A}{100}\right)\right) * 5,85A$$

$$= 6A$$

El valor dels fusibles a escollir estarà entre aquests 6A i el valor de corrent de circulació inversa màxima admissible, que és de 15A. Per tant, els fusibles escollits seran de 10A, amb un aïllament elèctric per a 1000 V<sub>DC</sub>. Aquests fusibles es posaran a les dues instal·lacions.



### 5.7.4.2. Proteccions a la banda de corrent altern

Per la banda d'alterna caldrà posar diferents proteccions contra les sobreintensitats que es puguin donar al circuit. Amb aquestes proteccions es compliran les dues condicions que marca la ITC-BT-22:

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 * I_z$$

On:

- $I_B$  és la corrent per la qual s'ha dissenyat el circuit segons la previsió de càrregues.
- $I_z$  és la corrent admissible al cable en funció del sistema de instal·lació utilitzat, escollit mitjançant la ITC-BT-19 i la norma UNE 20460-5-523.
- $I_n$  és la corrent assignada del dispositiu de protecció.
- $I_2$  és la corrent que assegura l'actuació del dispositiu de protecció per a un temps llarg. El seu valor es calcula com  $I_2 = 1,30 * I_n$ .

La  $I_B$  es calcula mitjançant la següent expressió:

$$I_B = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos \gamma}$$

#### 5.7.4.2.1 Proteccions entre el comptador i el QC6667

Per aquest tram, tal com s'ha calculat anteriorment, la  $I_z = 29$  A. La  $I_B$  tindrà el següent valor:

$$I_B = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos \gamma} = \frac{3450W}{\sqrt{3} * 400V * 0,8} = 6,22A$$

Per tant, caldrà escollir una  $I_n$  que es mogui entre el següent rang:

$$6,22A \leq I_n \leq 29A$$

Es decideix escollir una  $I_n = 16A$ .

Ara cal comprovar que es compleixi la segona condició marcada per la ITC-BT-22:

$$I_2 \leq 1,45 * I_z \rightarrow 1,30 * 16 \leq 1,45 * 29 \rightarrow 20,8 \leq 42,05$$

Per tant, s'instal·larà una protecció contra sobreintensitats de 16A per la línia que va del comptador al QC6667.

#### 5.7.4.2.2 Proteccions entre el comptador i el QC6668

Per aquest tram, tal com s'ha calculat anteriorment, la  $I_z=37\text{ A}$ . La  $I_b$  tindrà el següent valor:

$$I_B = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos\gamma} = \frac{3150W}{\sqrt{3} * 400V * 0,8} = 5,68A$$

Per tant, caldrà escollir una  $I_n$  que es mogui entre el següent rang:

$$4,24A \leq I_n \leq 37A$$

Es decideix escollir una  $I_n=16A$ .

Ara cal comprovar que es compleixi la segona condició marcada per la ITC-BT-22:

$$I_2 \leq 1,45 * I_z \rightarrow 1,30 * 16A \leq 1,45 * 37A \rightarrow 20,8A \leq 53,65A$$

Per tant, s'instal·larà una protecció contra sobreintensitats de 16A per la línia que va del comptador al QC6668.

## 5.8. Instal·lació de posada a terra

Per calcular la instal·lació de posada a terra de les instal·lacions s'han seguit les ITC-BT-08, ITC-BT-18 i ITC-BT-24.

La posada a terra de la instal·lació fotovoltaica es farà en qualsevol cas de forma que no s'alterin les condicions de posada a terra de la xarxa de l'empresa distribuïdora, per això, les masses del generador es connectaran a una terra independent del neutre de la empresa distribuïdora i de les masses de la resta del subministrament.

Segons s'explica al punt 9 de la ITC-BT-18, cal que hi hagi un valor de terra amb el qual qualsevol massa no pugui donar lloc a tensions de contacte superiors a 24V en local o emplaçament conductor, és a dir:

$$I_d * R_T \leq 24V$$

Aquesta condició és la que es vol complir al projecte, per això es vol buscar una resistència de posada a terra propera a  $20\ \Omega$ , juntament amb un interruptor diferencial de 300mA, per la qual cosa es tindrà:

$$V_d = I_d * R_T = 0,3A * 20\Omega = 6V \leq 24V$$

Per realitzar la presa de terra de les instal·lacions fotovoltaïques totes les parts metàl·liques de cadascuna aniran connectades realitzant ponts entre els mòduls amb un conductor unipolar de  $1 \times 16 \text{ mm}^2$  de secció. Aquesta part de les instal·lacions s'alimentaran a través de una presa de terra que sortirà de cada fila de panells en sèrie, mitjançant un conductor de coure aïllat de  $35 \text{ mm}^2$  de secció nominal.

Es considera que a la plaça Alfonso Comín la resistivitat del terreny serà d'uns  $250 \Omega \text{m}$ , al haver terrenys de cultiu per aquella zona en l'antiguitat. Els elèctrodes que s'instal·laran seran 2 piquetes verticals de Cu, de longitud 2 metres i diàmetre 14mm, les quals s'instal·laran a una distància de 8m entre elles, encara que s'uniran entre elles mitjançant un conductor horitzontal de Cu nu.

Per calcular la resistència de posada a terra de la instal·lació s'utilitzaran les expressions particulars de la resistència de terra aconseguida mitjançant pica vertical i la resistència a terra aconseguida mitjançant un conductor nu enterrat horitzontalment:

$$R_{TP} = \frac{\rho}{L_1} = \frac{250}{2 * 2} = 62,5 \Omega$$

$$R_{TC} = \frac{2 * \rho}{L_2} = \frac{2 * 250}{2 * 8} = 31,25 \Omega$$

On:

- $L_1$  és la longitud total de les piques de la instal·lació, és a dir, número de piques per longitud d'aquestes.
- $L_2$  és la longitud total del conductor de Cu nu.
- $\rho$  és la resistivitat del terreny.

Al ser el mètode utilitzat un mètode combinat ara cal calcular la resistència de posada a terra total:

$$R_T = R_{TP} || R_{TC} = \frac{R_{TP} * R_{TC}}{R_{TP} + R_{TC}} = \frac{62,5 \Omega * 31,25 \Omega}{62,5 \Omega + 31,25 \Omega} = 20,83 \Omega$$

Ara que és coneguda la resistència, amb l'interruptor diferencial instal·lat es pot calcular la tensió de contacte de la instal·lació:

$$V_d = I_d * R_T = 0,3 \text{ A} * 20,83 \Omega = 6,25 \text{ V}$$

Per tant, és compleix la condició que marca la ITC-BT-18 sobre que la tensió de contacte de les instal·lacions ha de ser menor a 24V.

Per l'armari tècnic també es col·locarà una presa de terra, de les mateixes característiques que les preses de terra calculades per a cada fila de panells. Les masses metàl·liques de l'armari tècnic es connectaran entre elles mitjançant un cable de Cu aïllat de  $16\text{mm}^2$  de secció, el qual s'unirà a un seccionador de terra. Aquest seccionador estarà connectat a la presa de terra mitjançant un cable de Cu aïllat de  $35\text{mm}^2$ .

## 6. Obra civil a realitzar

En aquest apartat es descriurà l'obra civil que es realitzarà per poder portar a terme la implementació del generador elèctric fotovoltaic, que serà la construcció d'un armari tècnic on aniran ubicats els dispositius de conversió i acumulació de les instal·lacions fotovoltaïques i la realització de rases per on passarà el cablejat que servirà per unir els panells fotovoltaïcs amb els dispositius ubicats a l'interior de l'armari tècnic i aquests amb cada quadre d'enllumenat públic de la plaça.

### 6.1. Armari tècnic

L'armari tècnic que s'instal·larà per ubicar els sistemes de conversió i acumulació haurà de complir la ITC-BT-30, instal·lacions en locals especials.

Segons aquesta ITC l'armari haurà d'estar obligatòriament tancat amb una clau normalitzada d'aquest tipus d'instal·lacions i caldrà que l'accés a aquest tingui per lo mínim una alçada lliure de 2m i una amplada mínima de 0,7m, amb unes portes que s'obriran cap a l'exterior.

Aquestes seran les característiques més importants de l'armari:

- Les dimensions interiors seran 2,70m d'amplada, 0,60m de profunditat i 2,10m d'alçada.
- Estarà format per parets d'obra ceràmica de 15cm d'espessor fixades amb morter de ciment i arrebossades per les dues cares. Les parets es construiran sobre un formigó o morter de neteja, prèvia neteja del terreny.
- El paviment s'aixecarà 30cm del nivell del terra exterior segons normativa de Baixa Tensió, deixant una alçada lliure interior de 1,80m. Es farà amb un reomplert de morter o amb una base de supermaó encadellat de 5cm de gruix amb una capa de compressió de 10cm amb "mallazo".
- La coberta es realitzarà amb un encadellat ceràmic de supermaó de 5cm de gruix, amb una capa de morter de ciment i acabat amb teula àrab, amb pendent a una aigua cap al jardí, tal i com es grafia en els plànols. L'armari inclourà tres portes metàl·liques d'acer galvanitzat, pany i clau de companyia.
- Les portes de l'armari disposaran de reixes d'entrada i sortida d'aire per tal de que hi hagi una ventilació natural.
- Al l'interior de l'armari s'instal·larà com a mínim un punt de llum, capaç de proporcionar un nivell d'il·luminació suficient per a la comprovació i maniobra dels elements del mateix. El nivell mitjà serà com a mínim de 150 lux i complirà la normativa vigent. L'interruptor es

situarà al costat de la porta d'entrada, de manera que el seu accionament no representi perill per la seva proximitat a la baixa tensió.

- S'inclourà un extintor d'eficàcia 89B 2 Kg CO<sub>2</sub>.

Aquest armari tècnic anirà ubicat el més a prop possible de la instal·lació fotovoltaica sense que molesti l'entorn. La ubicació escollida serà a la banda oest de la plaça Alfonso Comín, a l'alçada de la pèrgola però en el límit on s'acaba la vorera, entre dos arbres, tal com es mostra a la següent imatge:



**Figura 6.1.** Ubicació de l'armari tècnic

## 6.2. Rases

Caldrà realitzar noves canalitzacions sobre vorera per tal d'allotjar tants tubs com siguin necessaris per canalitzar les conduccions elèctriques de Baixa Tensió que uniran els diferents elements de la instal·lació. Aquestes unions es faran mitjançant cables de distribució de coure.

Un cop arrencat el paviment existent, es practicarà la rasa amb els mitjans mecànics adients, de les dimensions especificades als plànols de detall en funció dels nombres de tubs a allotjar, per tal que la cota superior dels tubs es trobi com a mínim a 60cm de profunditat.

A continuació es netejarà el fons de la rasa de manera que quedi net de pedres amb arestes i de tot material que pugui afectar el tub durant la estesa. Un cop net el fons de la rasa, es procedirà a allotjar al fons de la rasa els tubs de PE corrugat flexible, de doble capa amb un diàmetre exterior de 110 mm. Per assegurar la correcta instal·lació i muntatge d'aquestes canalitzacions es muntaran separadors de tubs, col·locant-los a una interdistància que permeti assegurar el correcte traçat, curvatura i permeti penetrar el rebliment de la rasa.

A continuació, es farcirà el fons de la rasa amb terra garbellada, tot assegurant que penetri entre els tubs fins cobrir els tubs almenys 10cm. Fet això, es reomplirà i es compactarà la rasa amb terra exempta d'àrids majors de 9cm i piconada al 95% del pròctor modificat fins a 5 cm per sota de la cota de la base del paviment. Per l'operació de reblert amb sauló, es procedirà omplint a tongades de no més de 20 cm, compactant-les cadascuna d'elles abans de procedir a col·locar la següent tongada. En aquesta capa es col·locarà una malla d'avis de material plàstic.

Per últim, justa sobre la capa de formigó, s'aplicarà una capa de 5cm de sorra i es procedirà a formar la capa de paviment adient.

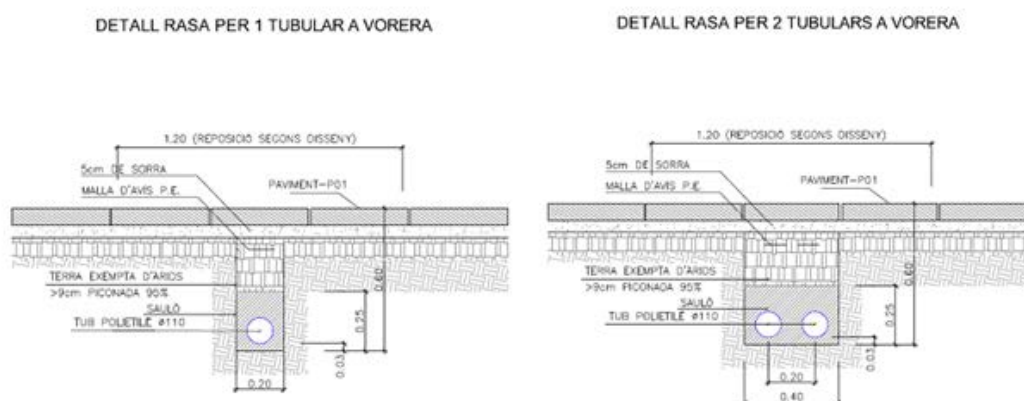


Figura 6.2. Detall de les rases

Pertal de facilitar la manipulació i estesa dels conductors s'instal·laran pericons registrables cada 40m en els trams rectes, en els canvis bruscos de direcció i quan calgui fer una conversió aèria-subterrània.

El mínim dimensional d'aquests pericons serà de 40cmx40cm. La profunditat de l'arqueta en general serà l'adient per la zona on estigui situada, tot essent recomanable que no superi dues vegades la dimensió del costat de la tapa. Les tapes s'han de poder obrir amb eines comunes, sense claus especials per a tal efecte.

## 7. Balanç energètic

### 7.1. Previsió de producció energètica

Un cop coneguda la potència fotovoltaica que s'instal·larà, es pot procedir a calcular la previsió de la producció energètica d'aquesta. Per calcular la producció energètica diària en un dia tipus del mes s'utilitza la plataforma Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) de l'Institut per l'Energia i el Transport (IET) de la Comissió Europea.

Aquestes són les dades que cal afegir al PVGIS perquè faci el càlcul de la previsió de producció energètica:

- Base de dades de la radiació: S'escull la Climate-SAF PVGIS, que és la base de dades de radiació solar més actualitzada que tenen, mitjançant la qual podran calcular la previsió de producció.
- Tecnologia FV: S'escull Silici cristal·lí.
- Potència FV pic instal·lada: Pel cas de la nostra instal·lació serà de 3,2 kWp per la instal·lació que alimenta el QC6667 i 3 kWp per a la que alimenta el QC6668.
- Pèrdues degudes al sistema (cables, inversor...): s'escull un 14%.
- Posició del muntatge: Posició lliure, al no estar integrades en un edifici.
- Inclinió: 35°, que és la suma dels 15° d'inclinió de la pèrgola més els 20° de la inclinió de l'estructura que subjecta els panells.
- Azimut: que és l'angle que forma respecte el sud la col·locació dels panells, que en el cas de la instal·lació objecte d'estudi és de -39°.

Afegint totes aquestes dades el PVGIS dóna les següents dades de previsió de producció diària per un dia tipus de cada mes i mensual per la instal·lació que alimentarà el QC6667:



	Producció diària kWh	Producció mensual kWh
Gener	8,83	273,73
Febrer	11,10	310,80
Març	14,10	437,10
Abril	14,20	426,00
Maig	15,70	486,70
Juny	16,30	489,00
Juliol	16,40	508,40
Agost	15,20	471,20
Setembre	13,20	396,00
Octubre	11,20	347,20
Novembre	8,95	268,50
Desembre	8,12	251,72
TOTAL		4.666,35

Taula 7.1. Producció d'energia de la instal·lació del QC6667

La continuació es pot observar la producció d'energia que produirà el generador fotovoltaic que alimentarà el quadre d'enllumenat QC6668:

	Producció diària kWh	Producció mensual kWh
Gener	8,28	256,68
Febrer	10,40	291,20
Març	13,20	409,20
Abril	13,30	399,00
Maig	14,70	455,70
Juny	15,30	459,00
Juliol	15,40	477,40
Agost	14,20	440,20
Setembre	12,40	372,00
Octubre	10,50	325,50
Novembre	8,39	251,70
Desembre	7,61	235,91
TOTAL		4.373,49

Taula 7.2. Producció d'energia de la instal·lació del QC6668

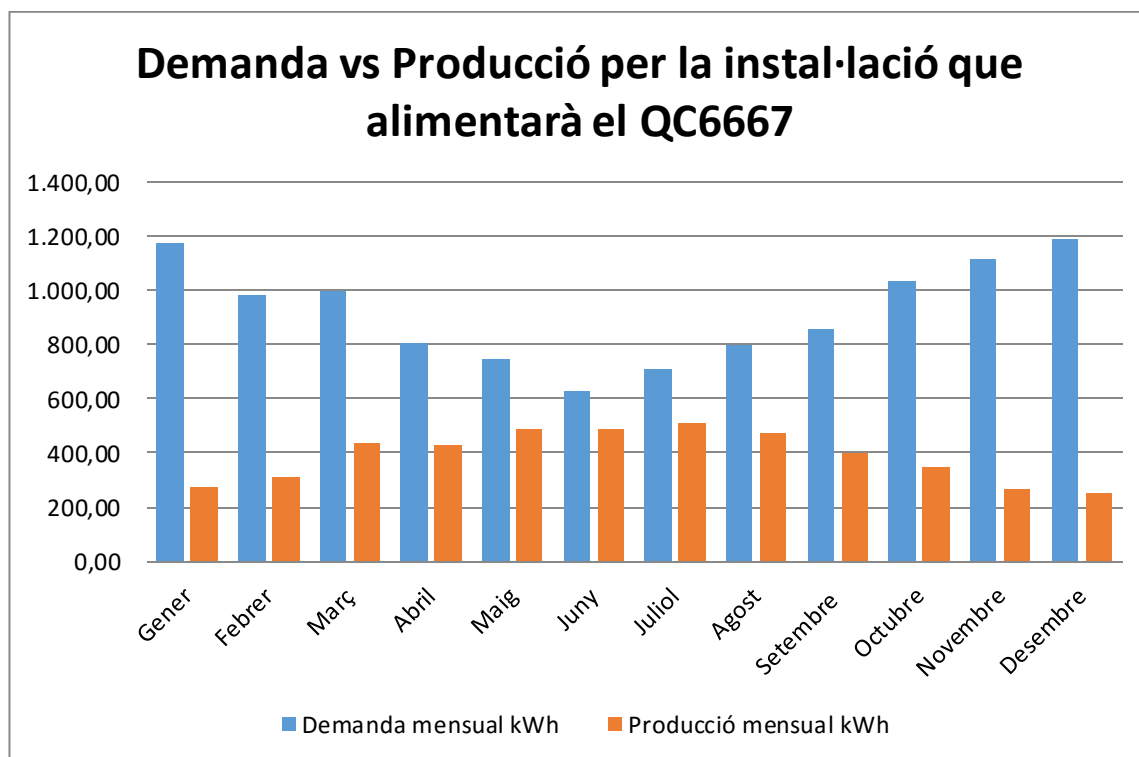
Per conèixer tota la producció que faran les instal·lacions implementades a la plaça Alfonso Comín es suma la producció de cada instal·lació i s'obté que la producció total és:

	Producció diària kWh	Producció mensual kWh
Gener	17,11	530,41
Febrer	21,50	602,00
Març	27,30	846,30
Abril	27,50	825,00
Maig	30,40	942,40
Juny	31,60	948,00
Juliol	31,80	985,80
Agost	29,40	911,40
Setembre	25,60	768,00
Octubre	21,70	672,70
Novembre	17,34	520,20
Desembre	15,73	487,63
TOTAL		9.039,84

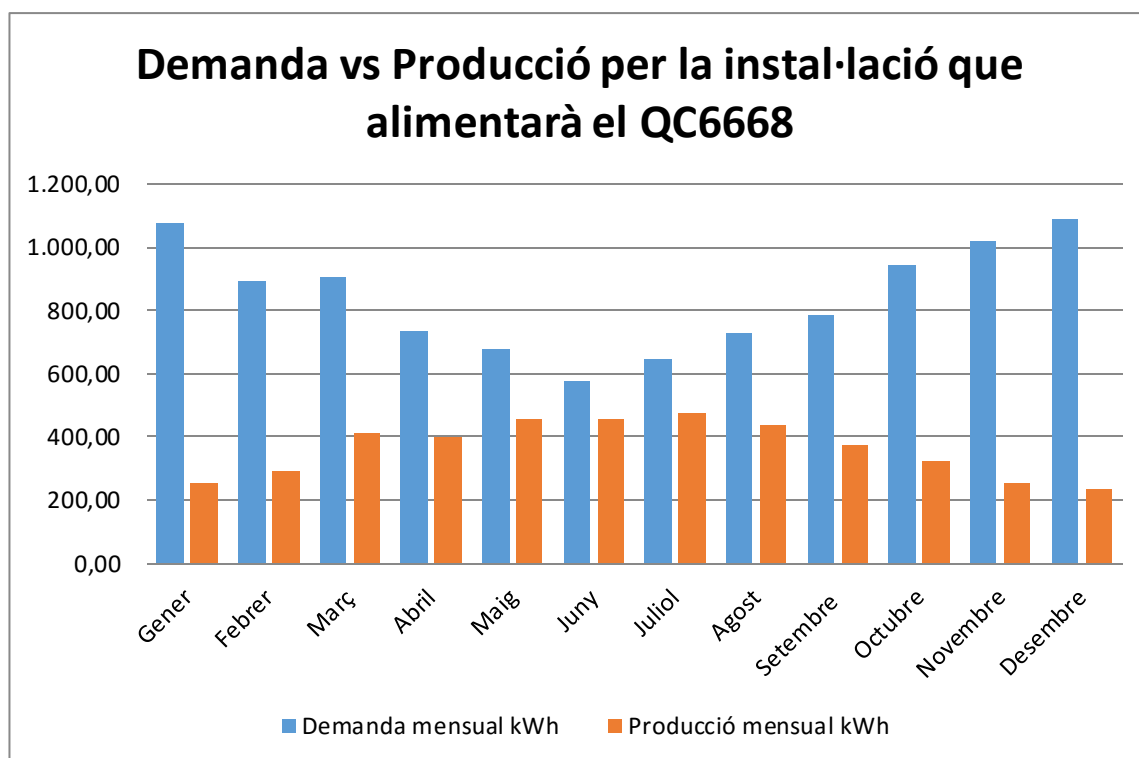
**Taula 7.3.** Producció d'energia de les dues instal·lacions

## 7.2. Demanda vs producció

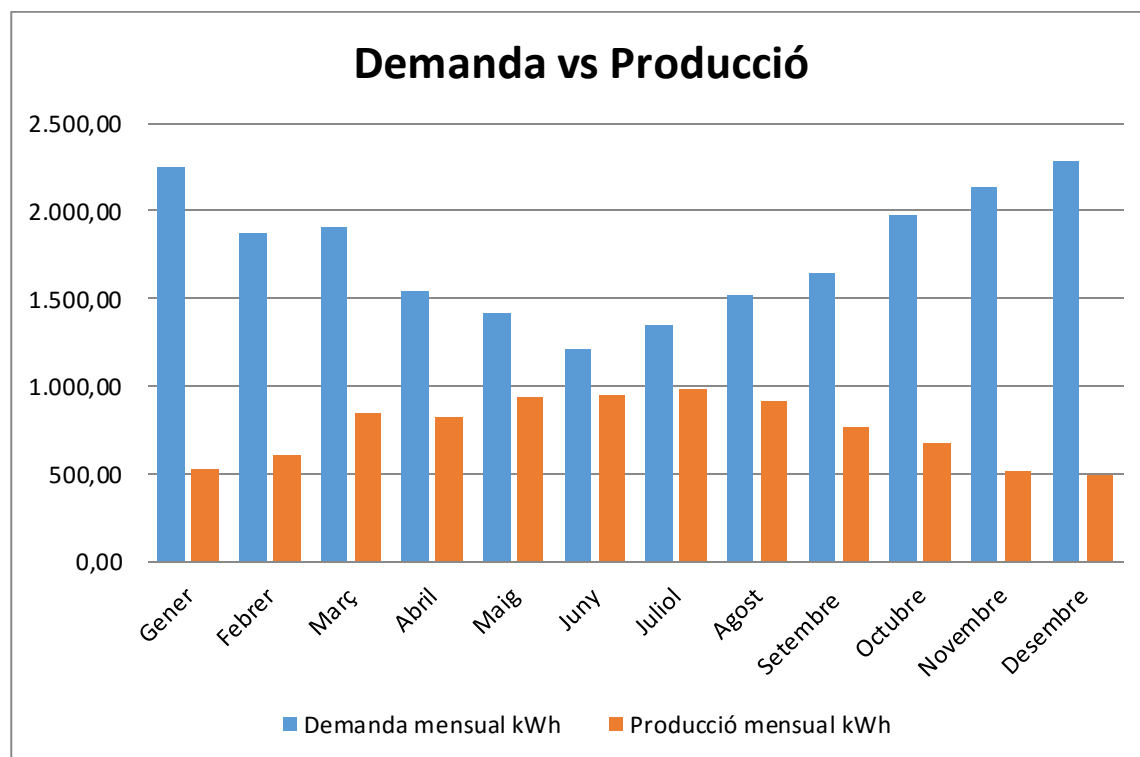
Un cop conegudes les dades de demanda i producció de les dues instal·lacions, es farà una comparativa gràfica de la demanda amb la producció per a cadascuna de les dues instal·lacions i per la demanda i producció de tot el projecte:



**Gràfica 7.1.** Demanda envers producció de la instal·lació que alimentarà el QC6667



**Gràfica 7.2.** Demanda envers producció de la instal·lació que alimentarà el QC6668



**Gràfica 7.3.** Demanda envers producció de la instal·lació que alimentarà el QC6668

Amb aquesta gràfica es pot observar que la producció fotovoltaica en cap de les dues petites instal·lacions podrà satisfer en cap mes la demanda mensual que té la instal·lació d'enllumenat, encara que als mesos d'estiu hi serà a prop. Als mesos d'hivern, la producció fotovoltaica només satisfarà un quart de la demanda aproximadament.

Tota l'energia que faltará per satisfer la demanda serà aportada per la xarxa d'Endesa.

## 8. Anàlisi de l'impacte ambiental

En aquest apartat es farà un anàlisi de les mesures encaminades a reduir l'impacte ambiental i social produït per les obres que calgui realitzar per la implantació del generador fotovoltaic a la plaça Alfonso Comín. Per realitzar aquest anàlisi es seguirà el *Manual bàsic per a l'elaboració de la memòria ambiental associada als projectes d'obres de l'Ajuntament de Barcelona*.

Tal com marca el Manual cal estudiar els següents vectors ambientals d'impacte: la població, els residus, els materials, l'atmosfera, el sòl i subsòl, la hidrologia, l'energia, la flora i la fauna i el paisatge.

### 8.1. Població

#### Utilitat per la població:

Les obres incloses al present projecte tenen la intenció d'ajudar a que la ciutadania es senti més conscienciada envers el medi ambient, normalitzant les instal·lacions fotovoltaïques.

#### Definició de les afectacions

Les obres incloses en aquest projecte afectaran part de la plaça Alfonso Comín, concretament a la vorera oest de la plaça i a una part del passeig que hi ha sobre el camp de futbol.

Existiran afectacions puntuals de trànsit de vianants i de vehicles, però al no haver cap negoci proper l'obra no afectarà a cap establiment comercial.

#### Mesures correctores

Prèviament a l'inici de la obra caldrà avisar a la població de les actuacions que es realitzaran. Aquest avís el realitzarà l'Ajuntament a través de la penjada de cartells informatius per la zona del voltant de l'actuació.

Per tal de no molestar a la població, les zones destinades a l'emmagatzematge del material i els residus propis de l'obra s'hauran de senyalitzar correctament, havent només unes zones puntuals delimitades per aquest fi. Tampoc es podrà col·locar cap tipus d'obstacle que dificulti el pas dels vianants.

Les operacions de càrrega i descàrrega s'executaran dins de l'àmbit del tancament de l'obra. Quan això no sigui possible, s'estacionarà el vehicle en el punt més proper a la tanca de l'obra. En aquestes

situacions caldrà desviar els vianants fora d'aquesta zona de càrrega i descàrrega. El desviament dels vianants es farà amb tanques metàl·liques, delimitant el camí per tots dos costats i es col·locarà la senyalització que correspongui. Acabades les operacions de càrrega i descàrrega, es retiraran les tanques metàl·liques i es netejarà el paviment.

## 8.2. Residus

### Definició de les afectacions:

Les obres incloses dins del projecte produiran els residus resultants de la excavació de les rases per les quals passaran els conductors que connectin els panells fotovoltaics amb l'armari tècnic i l'armari tècnic amb els dos quadres d'enllumenat.

### Mesures correctores

La gestió dels residus generats a les obres es realitzarà d'acord amb el que s'esmenta al Reial Decret 105/2008 d'1 de Febrer, pel que es regula la producció i gestió de residus de construcció i demolició, la Llei 15/2003, de 13 de juny, que modifica la Llei 6/1993, reguladora dels residus de la Generalitat de Catalunya. Tanmateix, caldrà tenir en compte les normatives i ordenances de la ciutat de Barcelona.

La gestió de runes i altres residus de la construcció es realitzarà d'acord amb el que estableix el Decret 161/2001, de 12 de juny, de modificació del Decret 201/1994, de 26 de juliol, regulador de runes i altres residus de la construcció.

En el moment de l'obra, el contractista d'aquesta estarà obligat a recollir, transportar i dipositar adequadament les runes i demés materials d'obra, estant específicament prohibit abocar-los en indrets externs a les àrees habilitades per aquesta finalitat.

Pel que fa als residus plàstics, metàl·lics, cartrons i fustes, assimilables als domèstics, es prioritzarà la seva valoració en obra, essent necessari habilitar espais de recollida selectiva per a cada fracció, en indrets de fàcil accés i separats de la resta de materials aplegats, degudament senyalitzats i identificats.

Finalment, tots els residus no perillosos hauran de ser retirats pel transportista i gestor autoritzat. El contractista haurà de facilitar a l'Administració competent les dades de l'empresa gestora i els fulls de seguiment dels residus retirats, degudament complimentats.

Els materials que poden esdevenir contaminants es col·locaran en emplaçaments situats fora de l'abast de les zones properes als veïants. Aquesta mesura es fa extensible a la resta de substàncies i materials d'obra perillosos i potencialment contaminants que requereixin ser emmagatzemats temporalment mentre duren les activitats constructives.

### 8.3. Materials

#### Definició de les afectacions

Tots els materials que s'utilitzin a l'obra seran nous i provinents de fàbrica. Hi haurà alguns materials que es podran emmagatzemar a la zona de l'obra durant aquesta, però d'altres que per motius de seguretat i per les seves característiques es traslladaran a l'obra en el precís moment del seu muntatge.

#### Mesures correctores

Es procurarà comprar sense escreixos i es garantiran les propietats dels materials emmagatzemats perquè no es malmetin per tal de contribuir a minimitzar el consum de materials.

El contractista haurà de vetllar per realitzar les compres ajustades a les necessitats del projecte. Per tots aquells materials que s'emmagatzemin a l'obra haurà de reservar una zona on es puguin guardar que garanteixi les seves propietats i ordre fins al moment de l'aplicació. Per altra banda, s'hauran de planificar correctament les compres i gestionar els estocs per minimitzar el temps d'emmagatzematge i evitar així que els recursos es transformin en residus.

El contractista haurà de vetllar perquè els materials es manipulin amb cura, utilitzant les eines adequades en cada cas. Els carretons i palets s'hauran de carregar de forma adequada per tal que el transport no representi un perill potencial per a la seguretat dels treballadors i els materials no es malmetin.

#### Sostenibilitat dels materials:

En quant a les etiquetes ecològiques dels materials cal tenir en compte:

- Etiquetes ecològiques Tipus I: assenyalen un benefici ambiental i estan verificades per tercers.
- Etiqueta ecològica Tipus II: assenyalen un benefici ambiental i no estan verificades per tercers. Són autodeclaracions que fan els propis fabricants.

- Etiqueta ecològica Tipus III: no tenen perquè assenyalar un benefici ambiental, la seva finalitat és la d'explicar els impactes d'un producte durant el seu cicle de vida, sigui bo o dolent i estan verificades per tercers.

El distintiu de Garantia de Qualitat Ambiental és una eco etiqueta tipus I. La seva obtenció està regulada per la Direcció General de Qualitat Ambiental i es basa en el compliment d'uns criteris ambientals específics per producte o categoria de productes i uns criteris generals (compliment de la legislació ambiental).

Les categories de productes existents on podrien encaixar els materials que s'empren habitualment a les obres són: productes de fusta; productes prefabricats de formigó amb material reciclat; productes d'àrid reciclat; productes de plàstic reciclat.

## 8.4. Atmosfera

### Definició de les afectacions

Dins d'aquest projecte l'atmosfera es veurà afectada a causa de les emissions de CO<sub>2</sub> provocades pels camions de transport, camions ploma, màquines perforadores i medis d'elevació utilitzats per el muntatge, i també per tota la contaminació acústica que es pugui derivar de l'obra.

### Mesures correctores

Per tal de minimitzar totes aquestes emissions de CO<sub>2</sub> la flota de vehicles utilitzada a l'obra haurà de ser moderna i fabricada amb l'estàndard EURO4 (any 2.000) i en els moments d'inactivitat de l'obra s'apagaran tots els motors que puguin estar en marxa.

En el cas que durant l'obra hi hagi dies de fort vent no es realitzaran activitats que generin pols.

En quant a la contaminació acústica, caldrà evitar qualsevol soroll innecessari, en cap cas superant els nivells sonors màxims establerts en la Llei de protecció contra la contaminació acústica. S'entén per soroll produït per les activitats, el que prové de les màquines, les instal·lacions, les obres... Caldrà controlar que totes les màquines que treballin a la via pública compleixin els següents requeriments: certificat d'homologació CE o certificat de conformitat CE i placa en la qual s'indiqui el nivell màxim de potència acústica.

L'horari de funcionament de la maquinària utilitzada en els treballs a l'espai públic i en les obres de construcció serà entre les 8 i les 20 hores de dilluns a divendres, allargant-se fins les 21h els treballs



que no utilitzin maquinària, a excepció de les obres de serveis i canalitzacions que tindran un horari fixat d'actuació entre les 8 i les 18 hores.

Excepcionalment i amb l'objectiu de minimitzar les molèsties que determinades operacions puguin produir sobre la circulació, l'Ajuntament podrà obligar que alguns treballs s'executin en una data i horari específic.

## **8.5. Sòl i subsòl:**

### Definició de les afectacions

A nivell de sòl les afectacions seran l'ocupació que es faci de la via pública durant l'obra.

En quant al subsòl, les afectacions seran totes aquelles rases que caldrà fer per l'estesa de cablejat a la instal·lació.

### Mesures correctores

En quant al sòl, es procurarà que els voltants de l'obra en el moment d'execució d'aquesta estiguin nets de restes de materials. Aquesta prescripció implica que la pròpia obra es trobi en correctes condicions de neteja, ja que és la millor garantia per minimitzar les afeccions a l'entorn exterior.

En el moment de que les obres finalitzin es retiraran les instal·lacions, elements i materials, deixant tots els espais ocupats per les obres en la mateixa situació que es trobava abans de començar aquestes.

En quant al subsòl, la reposició de paviments de voreres tindrà les característiques i dimensions mínimes indicades a l'Ordenança sobre obres i instal·lacions de serveis en el domini públic municipal.

La reposició dels elements malmesos i la reparació dels desperfectes ocasionats per les obres hauran de ser completades en el moment de finalitzar les obres.

L'obra s'ajustarà al traçat prèviament autoritzat. Qualsevol desviació o canvi s'haurà d'informar, documentar i aprovar prèviament, d'una manera preventiva. Les tanques d'obra delimitaran el perímetre de l'àmbit de l'obra.

Les obres previstes contemplen afectacions al subsòl d'uns 80 cm de profunditat i 50 cm d'amplada en la realització de les rases, però una vegada realitzat l'estesa del tub, es reomplirà amb el mateix material, seguint les especificacions del plec de condicions, i el sobrant es portarà a abocadors de reciclatge.

## 8.6. Hidrologia

Les obres previstes no contemplen afectacions a sistemes de drenatge superficials, ni tampoc s'afecten els sistemes hídrics subterranis, donat que les rases no tindran tanta profunditat com per afectar-los.

Al ser els consums d'aigua que es necessitaran mínims i molt puntuals, es realitzaran des de la xarxa. No es contempla l'ús d'aqüífers.

## 8.7. Energia

### Definició de les afectacions

Les afectacions sobre l'energia que tindrà l'obra seran respecte el consum dels diferents elements utilitzats per dur-la a terme, per tant, hi haurà el consum de combustible dels camions excavadores que s'utilitzin per fer les rases i el consum elèctric de les petites màquines eina (trepants, esmoladores, martells trencadors) que es puguin necessitar.

### Mesures correctores

Per tal d'evitar consums innecessaris cada cop que es faci una parada a l'obra caldrà apagar tota la maquinària. Les eines elèctriques que s'utilitzaran hauran de ser el màxim eficients possibles.

## 8.8. Flora i fauna

Encara que a la proximitat de l'obra existeix una petita zona verda, aquesta no es veurà afectada, ja que totes les rases es faran per la zona del paviment existent.

## 8.9. Paisatge

### Definició de les afectacions

El paisatge es veurà afectat per les zones d'obres i emmagatzemament que es col·locaran i per l'existència d'elements de senyalització i informació provisionals.

### Mesures correctores

Caldrà instal·lar el número just de cartells de senyalització i d'informació provisionals, així com no acumular grans muntanyes de residus que puguin tenir un impacte visual.



## Conclusions

En el present projecte s'ha realitzat el que seria un projecte executiu de la implementació d'un generador elèctric fotovoltaic per donar suport a l'enllumenat públic urbà, seguint amb la iniciativa iniciada per part de l'Ajuntament de Barcelona d'aprofitar els edificis públics i els equipaments urbans existents per instal·lar generadors elèctrics renovables.

Aprofitant una pèrgola existent a la plaça Alfonso Comín s'han realitzat dues petites instal·lacions fotovoltaïques amb la idea d'alimentar els dos quadres de comandament que alimenten tots els punts de llum d'aquesta plaça.

Pertal de complir amb el *Reial Decret 900/2015* i que la potència fotovoltaica instal·lada no superi la potència contractada, s'han instal·lat 3200Wp i 3000Wp en cadascuna de les instal·lacions, amb uns inversors de 3000W de sortida.

Les instal·lacions realitzades tenen un gran handicap, que és que en els moments de màxima producció d'energia la demanda és 0, i en els moments de màxima demanda d'energia la producció és 0. És per això que s'han hagut d'instal·lar bateries per tal de acumular l'energia produïda durant el dia i poder-la consumir durant la nit. A part, pel que s'ha pogut observar, durant els mesos d'hivern que són els que més demanda hi ha i menys de producció, la instal·lació fotovoltaica només pot abastir a un quart de la demanda aproximadament.

Actualment aquest tipus d'instal·lacions no són molt comunes, sobretot a causa del Reial Decret 900/2015, que marca una sèrie de peatges que provoquen que costi molt més rendibilitzar les inversions que suposen les implantacions d'aquestes.

És un gran pas que una ciutat com Barcelona es preocupi per implantar aquest tipus d'instal·lacions, no només com a mesura per intentar reduir les emissions de CO<sub>2</sub>, sinó per a que la ciutadania normalitzi aquest tipus d'instal·lacions i les puguin veure com una cosa de present i no de futur.



## Pressupost

Capítol 1		TREBALLS PREVIS	Preu	Amidament	Import
EAN0010	U	Cala de 0,5 x 0,5 x 0,6 metres i posterior reposició.	54,62	12,000	655,44
PA0011CQ	PA	Partida alçada a justificar en concepte del control de qualitat de les obres	513,68	0,588	302,04
<b>Total</b>					<b>957,48</b>

Capítol 2		Armari tècnic	Preu	Amidament	Import
FHT6E070	U	Execució in situ i instal·lació d'armari tècnic per l'allotjament de la bateria, inversor i altres aparells electrònics i connexions que s'especifiquen en el projecte.	11.542,13	1,000	11.542,13
<b>Total</b>					<b>11.542,13</b>

Capítol 3		Obra civil	Preu	Amidament	Import
EE15CV01	M	Canalització que connecti l'armari tècnic amb els quadres de comandament en rasa 0.40 x 0.60 m de fondària. inclou l'excavació amb retroexcavadora d'una rasa de 60 cm d'alçada des de la superfície preexistent a la rasa	40,85	154,000	6.290,90
EE15CV05	M	Canalització per línies elèctriques en rasa 0.40 x 0.60 m de fondària. inclou l'excavació amb retroexcavadora d'una rasa de 60 cm d'alçada des de la superfície preexistent a la rasa	41,98	41,000	1.721,18
F242U020	M3	Carrega manual i transport de terres dins de l'obra, amb dumper	13,86	55,671	771,60
FDK2U020	U	Pericó quadrat per a canalització de serveis de 42 x 42 x 60 cm, amb parets de 14 cm de guix de maó calat de 10 x 14 x 29 cm, inclou subministrament i col·locació de bastiment i tapa.	72,79	9,000	655,11
FG34052	U	Conversió aero-subterrània de línia de baixa tensió, en suport i pèrgola, inclòs el subministrament de tub de protecció d'acer galvanitzat de 3 m, caputxó, resines, abraçadores, suports de cables, petit material i ma d'obra	82,06	2,000	164,12
<b>Total</b>					<b>9.602,91</b>

Capítol 4		Quadre de comandament	Preu	Amidament	Import
PN1524	PA	Condicionament de quadre de comandament i protecció existent. S'inclou la redacció del projecte elèctric de la instal·lació del quadre	1.950,00	2,000	3.900,00
<b>Total</b>					<b>3.900,00</b>

Capítol 5		Xarxa de B.T	Preu	Amidament	Import
FHA5E010	M	Subministrament de conductor de coure tipus rz1-k de doble aïllament de XLPE de 4 x 6 mm2	3,02	172,000	519,44
		Subministrament de conductor de coure tipus rz1-k de doble aïllament de XLPE de 2 x 6 mm2	2,86	82,000	234,52
FHV1E010	M	Estesa de conductor de 4-6-10-16 mm2 en tub	1,08	254,000	274,32
<b>Total</b>					<b>1.028,28</b>

Capítol 6		Equips pfv	Preu	Amidament	Import
FG33310	U	Subministrament i col·locació de placa solar placa solar Luxor ECO LINE 200w, transport i col·locació completa, inclou tots els elements que detalli el projecte de connectors i cablejat, inclou també la col·locació sobre qualsevol estructura que s'indiqui al projecte.	226,40	31,000	7.018,40
FG33312	ML	Subministrament i col·locació de estructura estàtica a la pèrgola, per fotovoltaica marca technosun, inclòs barra subjecció posterior, barra subjecció inferior, barra perfil base. Inclou qualsevol accessori o medi annex per la seva correcta instal·lació i procés constructiu sobre la pèrgola. segons indicacions de la D.F.	79,14	31,000	2.453,34
FG33313	U	Subministrament i instal·lació del inversor FRONIUS SYMO HYBRID.	2.436,49	2,000	4.872,98
FG33320	U	Subministrament i instal·lació de bateria FRONIUS SOLAR 12. Inclou qualsevol element auxiliar necessari per ser instal·lat i posat en funcionament en condicions.	10.603,53	2,000	21.207,06
FG33318	U	Subministrament i instal·lació de quadre de proteccions elèctriques segons detall projecte, tot inclòs.	1.665,12	1,000	1.665,12
FG33319	U	Subministrament i instal·lació de comptador de generació	325,18	2,000	650,36
KG2A3LQ3	m	Canal unex u23x60x40. protecció indemències atmosfèriques	20,53	24,000	492,72
KG2A3LQ2	m	Canal unex 200x60. per distribució cablejat dins armari elèctric per realització de les connexions	20,16	20,000	403,20
FHA6E46A	M	Subministrament i col·locació de manguera multipolar amb conductors de coure amb designació une rz1-k(as), de secció 2x4mm2. amb tub corrugat de 90mm de diàmetre	4,98	80,000	398,40
FG34061	ml	Conductor per terra a l'armari tècnic per l'inversor i altres dispositius. Inclou 2 piquetes de 2 metres diam 14 mm cu i brida connexió.32 metres cable cu amb aïllament de 16 mm2 i d'aquesta amb cable nu de Cu de 35 mm2.	257,81	1,000	257,81



FG34062	ml	Conductor pe terra del sistema estructura estàtica dels panells fins a l'arqueta prevista al peu del pilar. Inclou 2 piquetes de 2 metres dià. 14 mm cu i brida connexió. 32 metres cable cu amb aïllament de 16 mm2 i i d'aquesta amb cable nude Cu de 35 mm2.	578,32	1,000	578,32
XPAUU036	PA	Treballs de control i comunicació i configuració del sistema fotovoltaic referent al inversor. Sistema programació. Inclou també la posta en marxa i configuració del sistema complet de generació d'energia segons requeriments de la propietat i la D.F.	1.473,31	2,000	2.946,62
XPAUU040	PA	Subministrament, muntatge i programació d'equip de monitoratge i comunicació, comunicació amb la plataforma de l'ajuntament per l'anàlisi d'eficiència energètica.	5.750,00	2,000	11.500,00
<b>Total</b>					<b>54.444,33</b>

<b>IMPORT TOTAL DEL PRESSUPOST :</b>	<b>81.475,13</b>
--------------------------------------	------------------



## Bibliografia

De la Hoz, Jordi. "Guía de Diseño de Centrales Eléctricas."

ICAEN, and Marta Tudel. 2011. "Energía Solar Fotovoltaica." *Quaderns Pràctics*, 132. doi:10.5935/1984-6835.20150008.

Ambient, Medi. n.d. "BARCELONA MANUAL BÀSIC PER A L' ELABORACIÓ DE LA MEMÒRIA AMBIENTAL ASSOCIADA ALS PROJECTES D' OBRES DE," 1–47.

"SOLARMAT | Placa Solar, Kit Solar, Placas Solares | Tu Tienda Online de Placas Solares Y Energía Solar de Confianza - SOLARMAT." 2018. <http://solarmat.es/es/>.

"Auto Consumo Al Detalle – ENERAGEN." 2018. <http://www.autoconsumoaldetalle.es/>.

"Autosolar | La Tienda de La Energía Solar." 2018. <https://autosolar.es/>.

Fotovoltaica, Solar. 2002. "Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red."

"FRONIUS ESPAÑA." 2018. [http://www3.fronius.com/cps/rde/xchg/SID-F170805E-05B052E7/fronius\\_espana/hs.xsl/20.htm](http://www3.fronius.com/cps/rde/xchg/SID-F170805E-05B052E7/fronius_espana/hs.xsl/20.htm).

"Luxor Solar: Solarmodule, PV-Module." 2018. <http://www.luxor-solar.de/index.htm>.

"Saclima Solar Fotovoltaica." 2018. <http://www.saclimafotovoltaica.com/>.

"Solar.Configurator 4.0." 2018. <http://fronius.solarconfigurator.de/solar.configurator/quick>.

"TIPOS DE INSTALACIÓN." 2018. <http://www.productos.gasnaturalfenosa.es/hogar/pdfs/es/TIPOSDEINSTALACION.pdf>.



## **Annex documentació dispositius**





product guarantee<sup>1</sup>



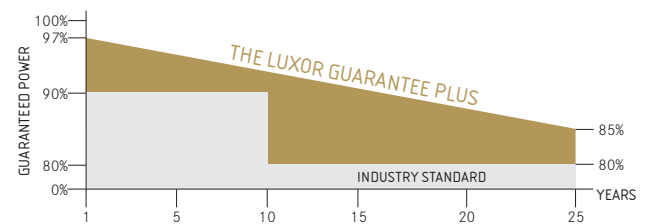
linear performance guarantee<sup>1</sup>



ECO LINE

M72/200 – 220 W

Monocrystalline module family



Longlife tested



Power proofed



Safety provided



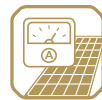
Selection of components



Cross-linking degree test



Performance surplus of 0 Wp to 6.49 Wp



Imp sorting



Special packing to avoid micro cracks in the cells



German warrantor

Wherever flexibility is especially sought after, this solar module is in top form. With its dimension in a 1:2 ratio, it can always be optimally arranged in every roof covering and open-field installation. Our 72-cell module portrays a positive image with plus tolerances of 0 Wp to 6.49 Wp, through exemplary energy output. This is achieved through high-quality solar cell with highest efficiency at the best possible low light behaviour.

A durable plug-in connection guarantees reliable power contact for every weather. Compatible with current assembly systems through the torsionally stiff and corrosion-free hollow-section frame made of anodised aluminium. Manufactured according to German standards each Luxor solar module is marked by a special level of durability and reliability.

# ECO LINE M72/200 – 220 W

Monocrystalline module family

Module type LX - XXXM/125-72+ | XXX = Rated power Pmpp

## Electrical data at STC

Rated power Pmpp [Wp]	200.00	205.00	210.00	215.00	220.00
Pmpp range to	206.49	211.49	216.49	221.49	226.49
Rated current Impp [A]	5.50	5.54	5.60	5.63	5.73
Rated voltage Vmpp [V]	36.49	37.14	37.64	38.20	38.53
Short-circuit current Isc [A]	5.85	5.88	5.91	5.94	6.01
Open-circuit voltage Uoc [V]	45.62	45.86	46.09	46.33	46.57
Efficiency at STC	16.47%	16.87%	17.29%	17.66%	18.11%
Efficiency at 200 W/m <sup>2</sup>	15.41%	15.69%	15.97%	16.26%	16.84%

## Electrical data at NOCT

Pmpp [Wp]	147.16	150.26	154.10	157.05	161.23
Rated current Impp [A]	4.40	4.43	4.48	4.51	4.58
Rated voltage Vmpp [V]	33.45	33.93	34.42	34.86	35.20
Short-circuit current Isc [A]	4.68	4.70	4.73	4.75	4.81
Open-circuit voltage Uoc [V]	41.81	41.89	42.15	42.28	42.54

Specification as per STC (Standard test conditions): irradiance 1000 W/m<sup>2</sup> | module temperature 25°C | AM = 1,5

NOCT (nominal operating cell temperature): irradiance 800 W/m<sup>2</sup> | wind speed 1 m/sec | temperature 20°C | @45 +/- 2°C | AM = 1,5

## Limiting values

Max. system voltage [V]	1000 V
Max. return current [I]	15 A
Temperature range	-40 to 85°C
Snow-load zone <sup>2</sup>	approval up to SLZ 3 (according to DIN 1055)
Max. pressure load (static) [Pa]	5400
Max. dynamic load [Pa]	2400

## Temperature coefficient

Temperature coefficient [V]   [I]   [P]	-0.30% /°C   0.06% /°C   -0.40% /°C
---	-------------------------------------

## Specifications

Number of cells (matrix)	6 x 12, three strings in a row   125 mm x 125 mm
Module dimensions (L x W x H) <sup>2</sup>   Weight	1580 mm x 808 mm x 35 mm   15.5 kg
Front-side glass	3.2 mm hardened solar glass with low iron content
Frame	stable, anodised aluminium frame in a hollow-section design
Socket	plastic (PPO), ventilated and strain-relieved, at least IP65
Cabel	4 mm <sup>2</sup> solar cable, cable length 1.0 m
Diodes	3 Schottky Diodes 15A/45V
Plug-in connection	high-quality plug-in system, (IP67) MC4 or equivalent
Hail test (max. hailstorm)	Ø 45 mm   impact velocity 23 m/s

The specifications and average values can vary slightly. What is important is the corresponding data of the individual measurement. Specifications are subject to change without notice. Measurement tolerance: rated power +/- 3%, other values +/- 10%, all information in this data sheet corresponds to DIN 50380. A potential light-induced degradation of the power after commissioning is not considered here, other information can be found in the installation guidelines.

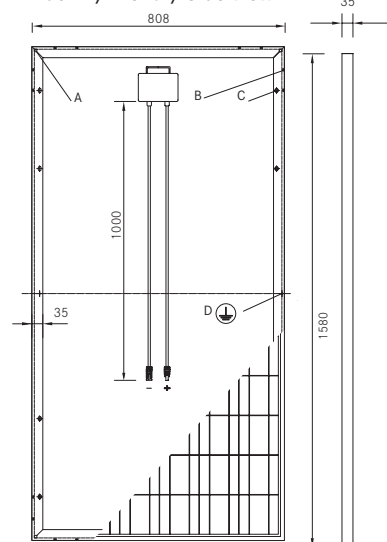
1 The specific warranty conditions are given under [www.luxor-solar.com/download.htm](http://www.luxor-solar.com/download.htm)

2 For standing installation

3 Tolerance L/W = +/- 3 mm, H = the dimensions given in the order confirmation will be decisive

4 Location on request

## Back - / Front -/ Side view<sup>3</sup>



A: 4 x drainage 10\*10 mm

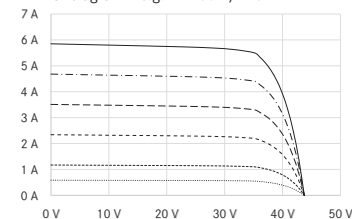
B: 8 x ventilation aperture 3\*7 mm

C: 8 x mounting hole<sup>4</sup> d = 7 mm

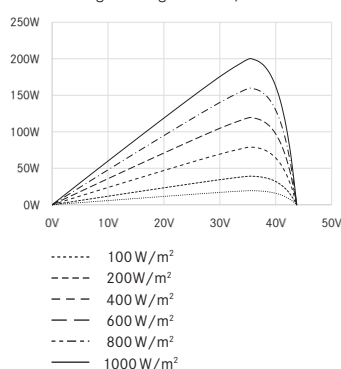
D: 2 x earthing d = 2 mm

## Electrical characteristics

UI-diagramm e.g. LX-200M/125-72+



UP-diagramm e.g. LX-200M/125-72+



Luxor, your specialised company

Guidelines: 2006/95/EG-2006/95/EC,89/336/EWG-89/336/EEC,93/68/EWG-93/68/EEC



The validity of the certificates/listings for a specific country has to be examined under:  
[www.luxor-solar.com/download.htm](http://www.luxor-solar.com/download.htm)



## Fronius Symo Hybrid

El Fronius Symo Hybrid es el núcleo de la solución de almacenamiento para 24 horas de sol. Se puede instalar con facilidad como inversor FV o complementarse con la batería y la función de emergencia para crear un almacenamiento integral. Como resultado, tendremos sol por el día, sol por la noche y sol incluso en caso de fallos de suministro.



Plug & Play



Batería de litio



Gar. 5/7 años ampliable



## Características principales

### • Flexible

- DC y AC-Coupling
- Función de potencia de emergencia y batería retroalimentada
- Rango de diferentes capacidades de almacenamiento disponibles

### • Trifásico

- Maximización del autoconsumo
- Suministro de potencia de emergencia trifásica

### • Eficiente

- Tecnología de alto rendimiento de litio ferrofosfato
- Sistema de alta eficiencia

### • Revolucionario

- Interfaz amigable para el usuario
- WLAN y Ethernet integrados
- Opciones ilimitadas de uso gracias a la tecnología MultiFlow

## Instrumentos de protección

- Desconector DC
- Comportamiento en sobrecarga:  
Desplazamiento del punto de operación,  
limitación de potencia
- Medida de la insulación DC
- Integral RCMU

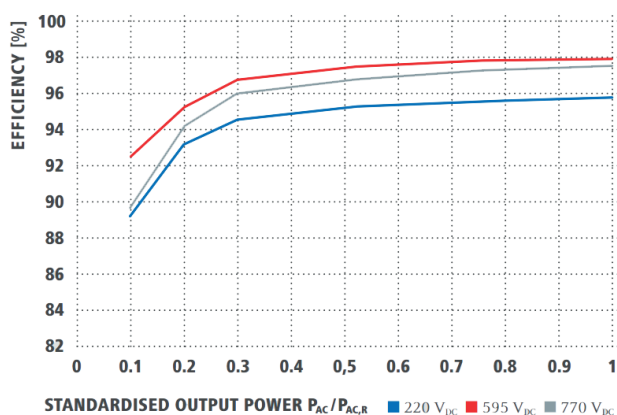
## Interfaces

- WLAN/Ethernet:  
Fronius Solar.web, Modbus TCP SunSpec,  
Fronius Solar API (JSON)
- Datalogger y servidor web
- Interfaz para batería y medidor:  
Modbus RTU (RS485)

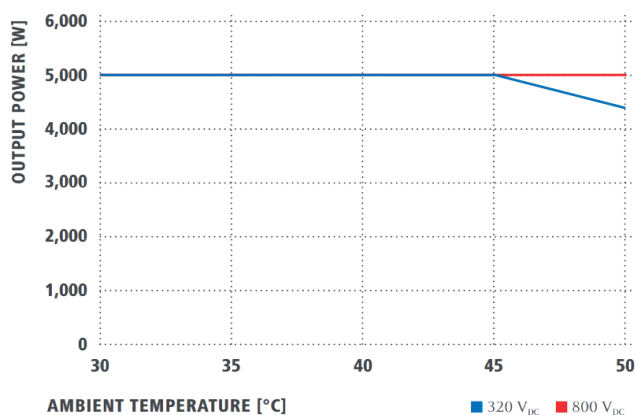


## Curvas de rendimiento

FRONIUS SYMO HYBRID 5.0-3-S EFFICIENCY CURVE



FRONIUS SYMO HYBRID 5.0-3-S TEMPERATURE DERATING



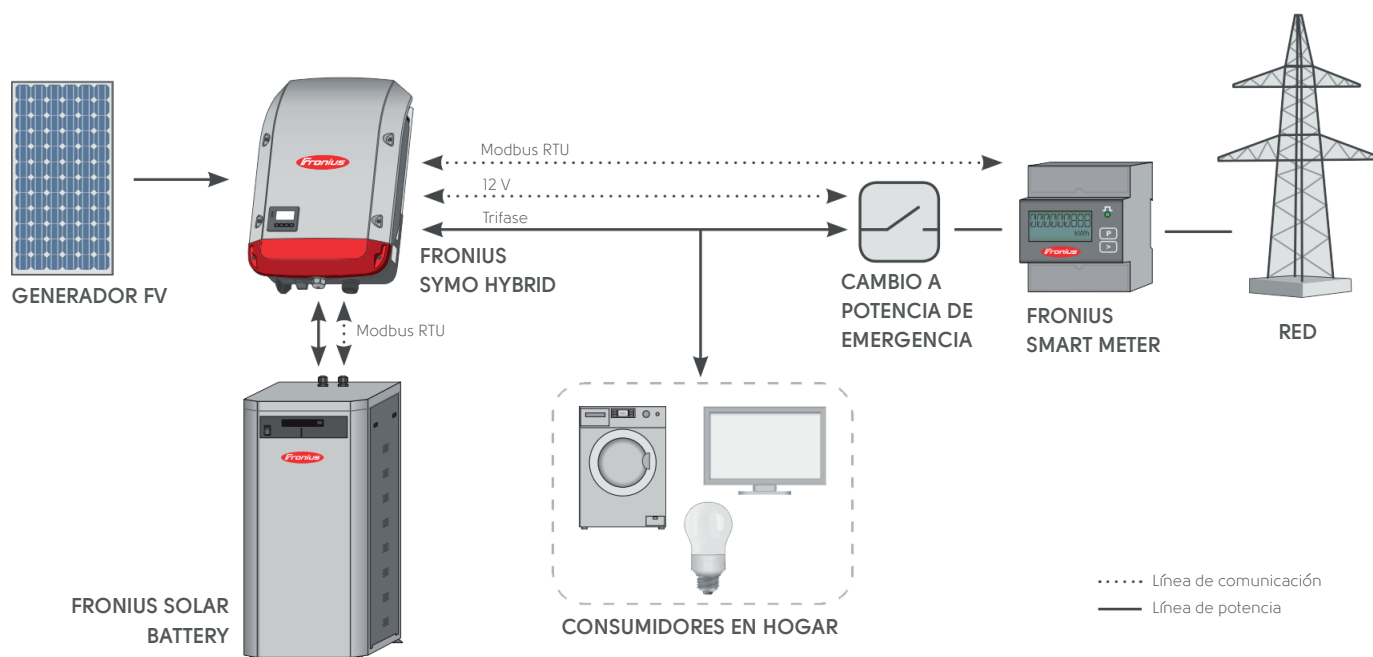
# Inversores híbridos



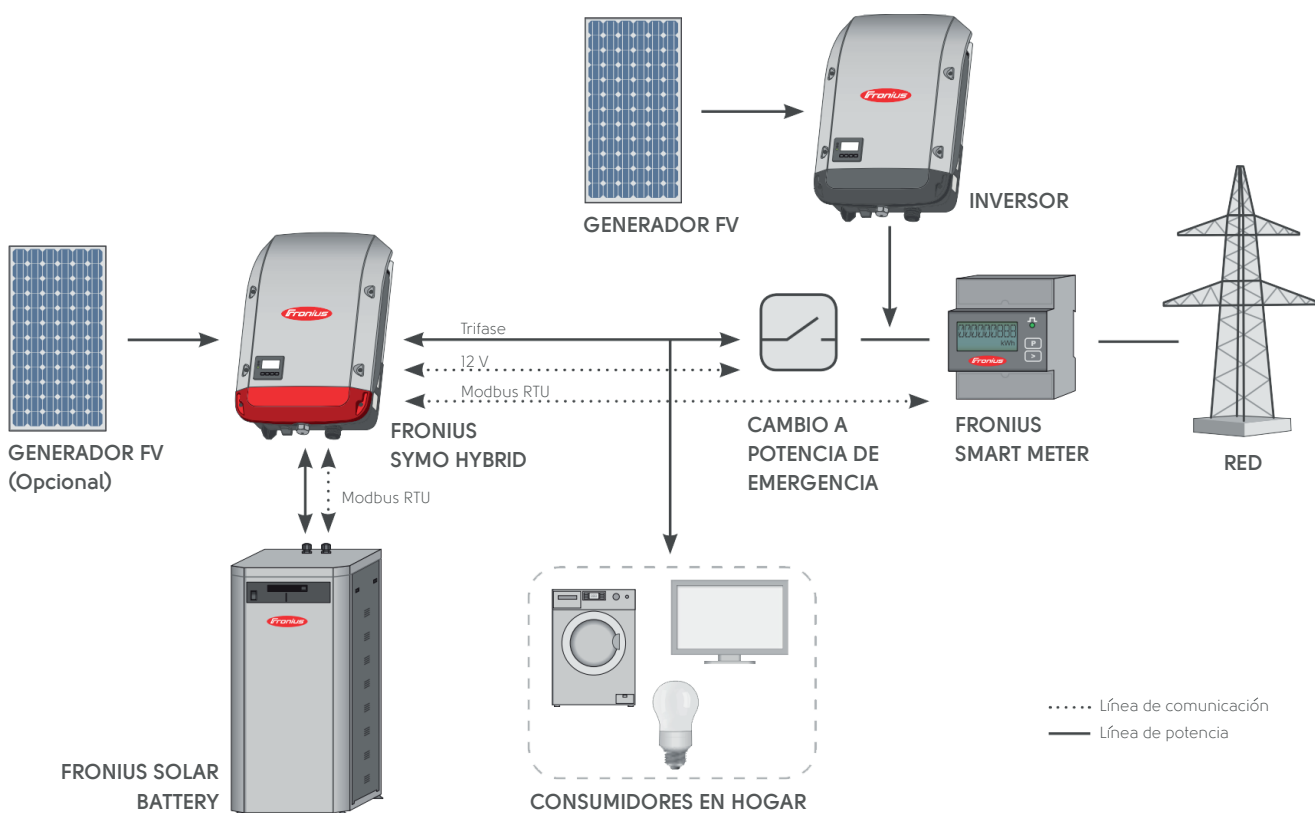


# Configuración

## Diagrama DC-Coupling



## Diagrama DC & AC-Coupling



# Características Técnicas

Fronius Symo Hybrid	3.0-3-S	4.0-3-S	5.0-3-S
Datos de entrada			
Potencia máxima de entrada FV	5.0 kW	6.5 kW	8.0 kW
Corriente máxima de entrada <small>(I<sub>dc max</sub>)</small>	1 x 16 A		
Corriente máx. de cortocircuito, en campo FV	24 A		
Voltaje mínimo de entrada <small>(U<sub>dc min</sub>)</small>	150 V		
Voltaje de alimentación en arranque <small>(U<sub>dc start</sub>)</small>	200 V		
Voltaje nominal de entrada <small>(U<sub>dc r</sub>)</small>	595 V		
Voltaje maximo de entrada <small>(U<sub>dc max</sub>)</small>	1000 V		
Rango voltaje MPP <small>(U<sub>mpp min</sub> - U<sub>mpp max</sub>)</small>	200 - 800 V	255 - 800V	320 - 800 V
Numero de seguidores MPP	1		
Numero de conexiones DC (FV)	2		
Entrada de batería			
Potencia max. de salida a la batería	Depende de la conexión con la Fronius Solar Battery		
Potencia max. de entrada desde la batería	Depende de la conexión con la Fronius Solar Battery		
Datos de salida			
Salida AC nominal <small>(P<sub>ac,r</sub>)</small>	3000 W	4000 W	5000 W
Potencia máx. de salida	3000 W	4000 W	5000 W
Potencia máx. de la red a la batería	3000 W	4000 W	5000 W
Corriente AC de salida <small>(I<sub>ac nom</sub>)</small>	4.3 A	5.8 A	7.2 A
Conexión a red <small>(rango de voltaje)</small>	3-NPE 400 V / 230 V o 3-NPE 380 V / 200 V (+20% 7 -30 %)		
Frecuencia <small>(rango de frecuencia)</small>	50 Hz / 60 Hz (46-65 Hz)		
Distorsión armónica total	< 3%		
Factor de potencia <small>(cos φ<sub>ac,r</sub>)</small>	0.85 - 1 ind./cap.		
Datos generales			
Dimensiones (altura x ancho x largo)	645 x 431 x 204 mm		
Peso	19.9 kg		
Grado de protección	IP 65		
Clase de protección	1		
Categoría sobretensión (DC / AC) <sup>1</sup>	2 / 3		
Diseño del inversor	Sin transformación		
Enfriamiento	Enfriamiento por aire regulado		
Instalación	Instalación en interior y exterior		
Rango de temperatura ambiente	-25 - +60°C		
Humedad permitida	0 - 100%		
Altitud máxima	2000 m (rango de voltaje sin restringir)		
Tecnología de conexión DC FV	Terminales de tornillo 2 x DC+ y 2x DC - 16 mm <sup>2</sup>		
Tecnología de conexión a la batería DC	Terminales de tornillo 1 x DC+ y 1x DC - 16 mm <sup>2</sup>		
Tecnología de conexión AC	Terminales en tornillo 5-pin AC 2.5 - 16 mm <sup>2</sup>		
Certificados y conformidad con estandares	VDE AR N 4105, ÖVE / ÖNORM E 8001-4-712, DIN V VDE 0126-1-1		
Función de suministro de emergencia	Si		
Tiempo de espera en función de suministro de emergencia	5 segundos		
Eficiencia			
Eficiencia máxima (FV - red)	97.7 %	97.9 %	
Eficiencia máxima ((FV - batería - red)	> 90.0 %	> 90.0 %	> 90.0 %
Eficiencia europea (FV - red)	95.2 %	95.7 %	96.0 %
η al 5% P <sub>ac,r</sub> <sup>3</sup>	78.5 % / 77.3 % / 66.9%	80.1% / 79.5 % / 70.1%	81.6 % / 81.6 % / 73.4%
η al 10% P <sub>ac,r</sub> <sup>3</sup>	83.1 % / 83.8 % / 76.6 %	86.2 % / 88.1 % / 83.2 %	89.2 % / 92.5 % / 89.7 %
η al 20% P <sub>ac,r</sub> <sup>3</sup>	90.0 % / 93.0 % / 90.6 %	91.6 % / 94.2 % / 92.4 %	93.2 % / 95.3 % / 94.2 %
η al 25% P <sub>ac,r</sub> <sup>3</sup>	91.2 % / 93.9 % / 91.9 %	93.2 % / 95.3 % / 94.2 %	94.0 % / 96.5 % / 95.3 %
η al 30% P <sub>ac,r</sub> <sup>3</sup>	92.4 % / 94.7 % / 93.3 %	93.9 % / 96.2 % / 95.1 %	94.5 % / 96.7 % / 96.0 %
η al 50% P <sub>ac,r</sub> <sup>3</sup>	94.5 % / 96.7 % / 96.0 %	94.9 % / 97.1 % / 96.4 %	95.3 % / 97.5 % / 96.8 %
η al 75% P <sub>ac,r</sub> <sup>3</sup>	95.1 % / 97.3 % / 96.6 %	95.4 % / 97.7 % / 97.0 %	95.6 % / 97.9 % / 97.3 %
η al 100% P <sub>ac,r</sub> <sup>3</sup>	95.4 % / 97.7 % / 97.0 %	95.6 % / 97.9 % / 97.3 %	95.8 % / 97.9 % / 97.5 %
Eficiencia de adaptación MPP	> 99.9 %		

1. Testado conforme a IEC 62109-1.

2. La función puede ser fácilmente añadida al Fronius Symo Hybrid desde mediados de 2016 con una actualización de software

3. Y a  $U_{mpp\ min}$  /  $U_{dc,r}$  /  $U_{mpp\ max}$ .



## Fronius Solar Battery

La Fronius Solar Battery completa el Fronius Symo Hybrid incorporando una función de almacenamiento que permite acumular la energía solar de los módulos solares para utilizarla posteriormente. Gracias a su construcción y su funcionamiento, el sistema de almacenamiento ofrece máxima seguridad durante el montaje y el servicio. Se utilizan baterías de ion-litio con base de sulfato de hierro (LiFePO4) que incorporan tecnología de vanguardia y cumplen los máximos estándares de seguridad.



Batería de litio



7000 ciclos 80% DOD



Peso reducido



### Características principales

#### • Flexible

- DC y AC-Coupling
- Función de potencia de emergencia y batería retroalimentada
- Rango de diferentes capacidades de almacenamiento disponibles

#### • Trifásico

- Maximización del autoconsumo
- Suministro de potencia de emergencia trifásica

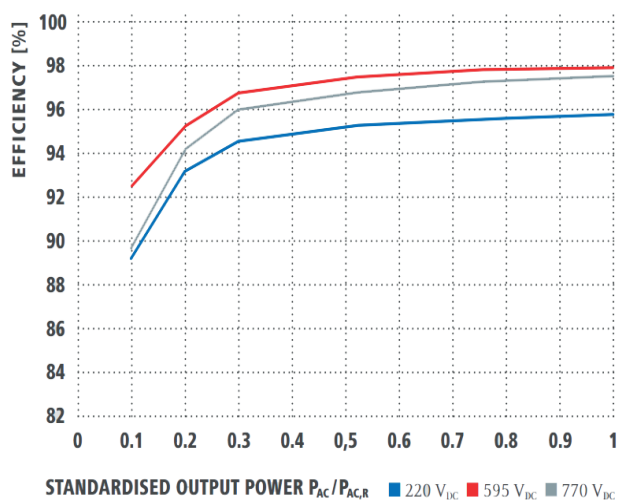
#### • Eficiente

- Tecnología de alto rendimiento de litio ferrofosfato
- Sistema de alta eficiencia

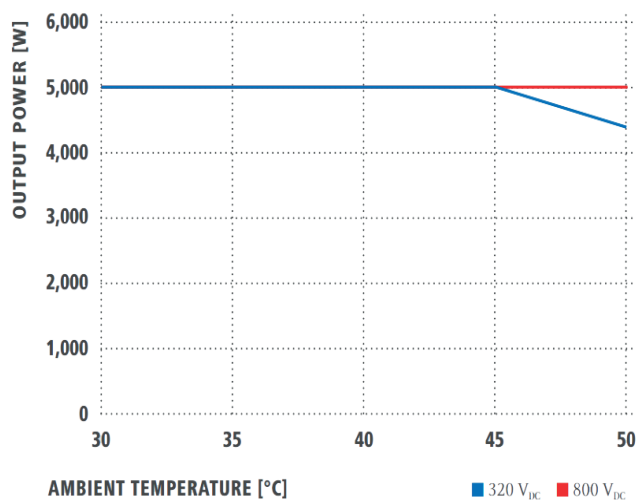


### Curvas de rendimiento (Symo Hybrid)

FRONIUS SYMO HYBRID 5.0-3-S EFFICIENCY CURVE



FRONIUS SYMO HYBRID 5.0-3-S TEMPERATURE DERATING

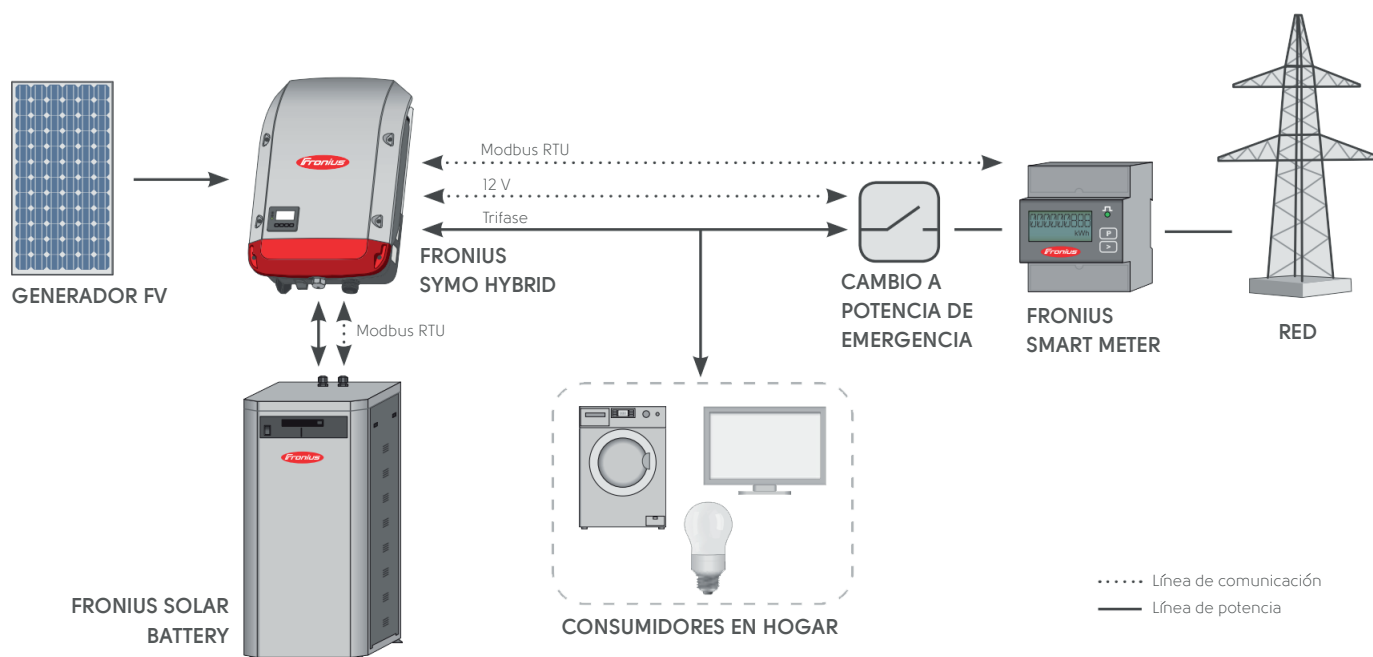


# Inversores híbridos

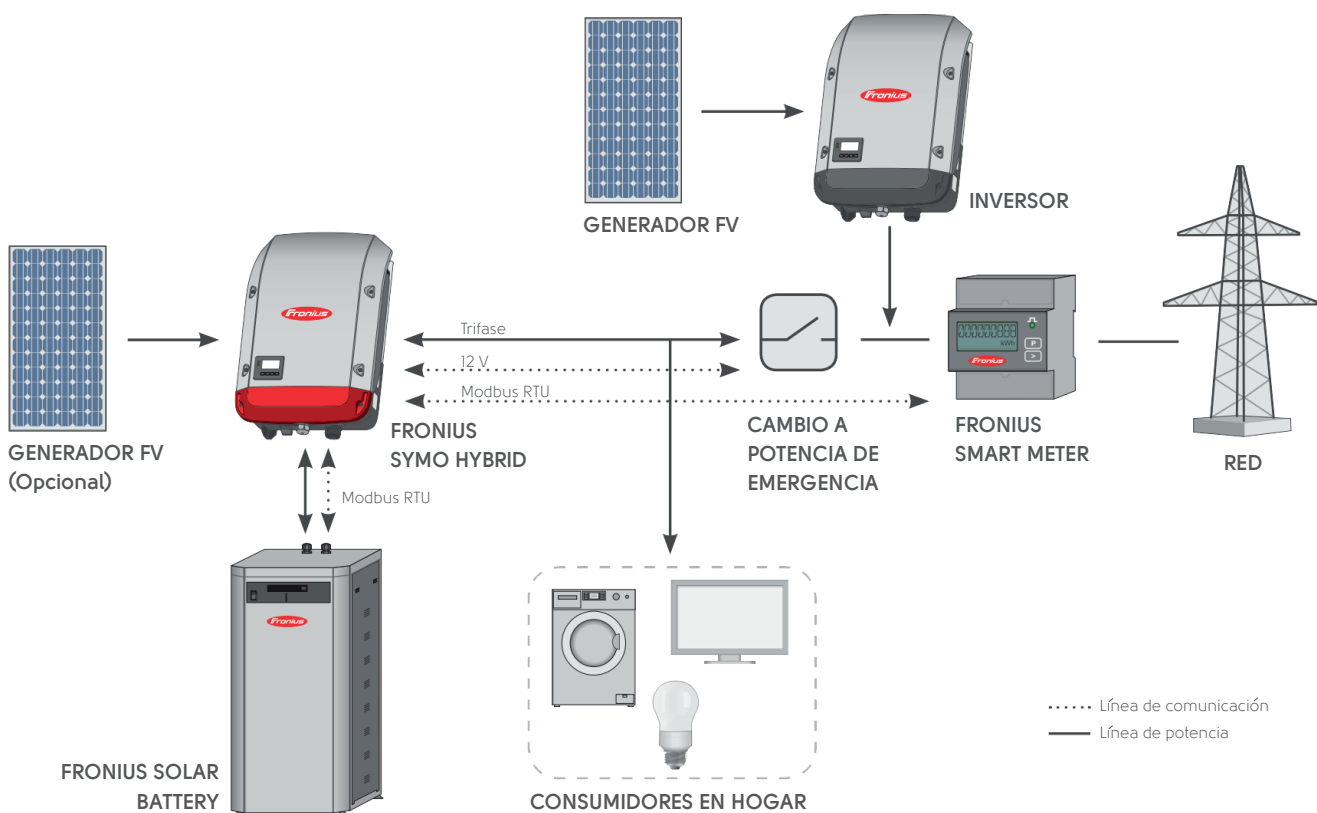


# Configuración

## Diagrama DC-Coupling



## Diagrama DC & AC-Coupling



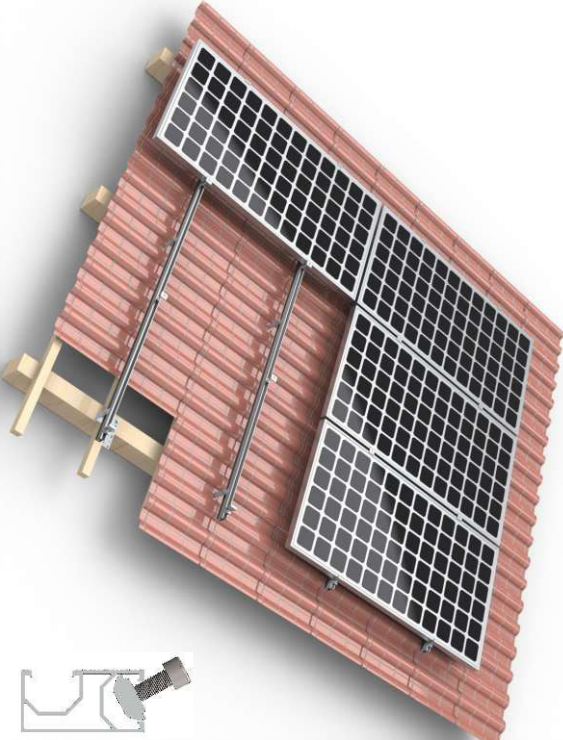
# Características Técnicas

Fronius Solar Battery	Battery 4.5	Battery 6.0	Battery 7.5	Battery 9.0	Battery 10.5	Battery 12.0
Parámetros eléctricos						
Capacidad nominal	4.5 kWh	6.0 kWh	7.5 kWh	9.0 kWh	10.5 kWh	12.0 kWh
Capacidad útil (80% Dod)	3.6 kWh	4.8 kWh	6.0 kWh	7.2 kWh	8.4 kWh	9.6 kWh
Estabilidad de ciclo (80% Dod)	8000					
Rango de voltaje	120 - 170 V	160 - 230 V	200 - 290 V	240 - 345 V	280 - 400 V	320 - 460 V
Potencia de carga nominal	2400 W	3200 W	4000 W	4800 W	5600 W	6400
Potencia de descarga nominal	2400 W	3200 W	4000 W	4800 W	2600 W	6400 W
Corriente máxima de carga	16 A					
Corriente máxima de descarga	16 A					
General						
Tecnología de la batería	LiFePO4					
Dimensiones (al. x an. x lar.)	955 x 570 x 611 mm					
Peso	91 kg	108 kg	125 kg	142 kg	159 kg	176 kg
Grado de protección	IP20					
Clase de protección	1					
Tipo de instalación	Instalacion interior					
Rango de temperatura ambiente	5 - 35°C					
Humedad permitida	0-95 %					
Tecnología de conexión DC	Terminales de tornillo 2.5 - 16 mm²					
Vida util de servicio	20 años¹					
Certificados y conformidad con estándares	IEC/En 62133; EN 61000-6-2:2005; EN 61000-6-3: 2007 + A1:2011, eb 62311:2008, FCC Part 15 Subpart B:2012, UN 38.3					
Interfaces						
Conexión al inversor	Modbus RTU (RS485)					

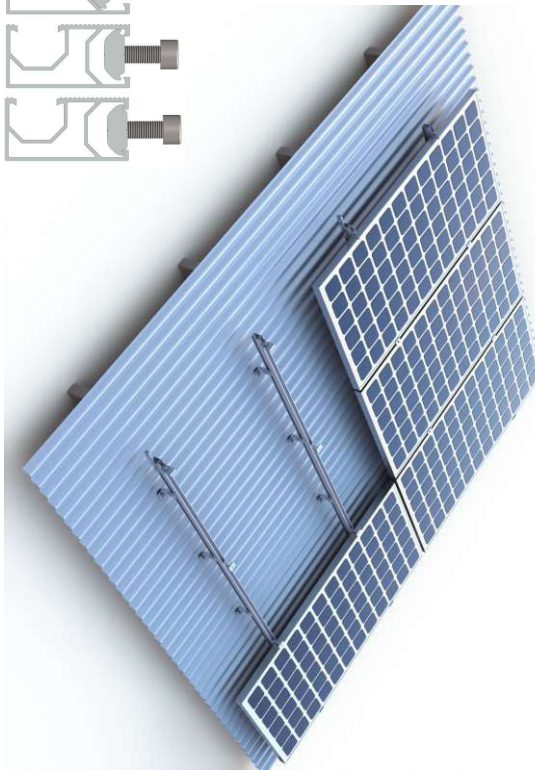
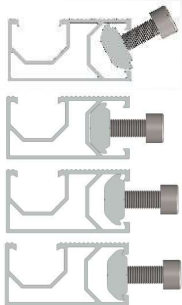
1. A 23°C de temperatura ambiente







Tile Roof System



Tin Roof System

# PITCHED ROOF RACKING SYSTEM



## ⦿ Introduction

Pitched Roof Racking System designs with great flexibility both for commercial and residential roof solar system. it is suitable for installing framed and frameless modules flushed to the pitched roof. The product have the innovated design of Rail and module make the installation more easily and quickly. High pre-assembly parts and customized solution to save your install time and money.

## ⦿ Benefits

- ❖ Easy Installation
- Module can be put into Rail from any position. so the parts can be pre-assembled on factory to save your install time on site.
- ❖ Flexibility and Compatible
- Rail and its accessories can be installed with the most solar panels on the difference condition.
- ❖ Safety and Reliability

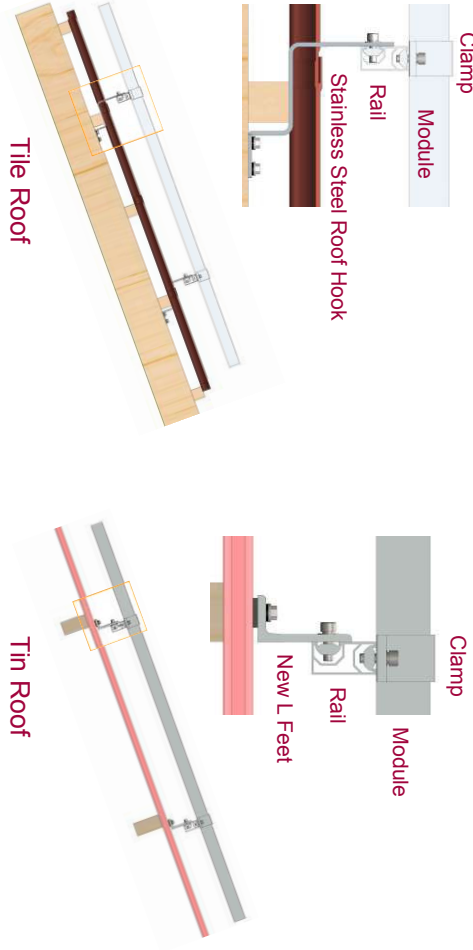
The racking systems can stand up to the extreme weather complied with the AS/NZS 1170 and other international structure load standards by skilled engineers. The main support components have also been tested to guarantee its structure and load-carrying capacity.

## ⦿ Technical Information

Install Site	Pitched Roof
Tilt Angle	Flushed with the roof, up to 60deg
Building Height	up to 20m
Max Wind Speed	up to 60m/s
Snow Load	up to 1.4kN/m²
Standards	AS/NZS 1170 & DIN 1055 & Other
Material	Aluminum alloy & Stainless steel
Color	Natural
Anti-corrosive	Anodized
Warranty	Ten years warranty
Duration	More than 20 years

# COMPONENTS

## System Overview



Tile Roof

Tin Roof

Rail Splice

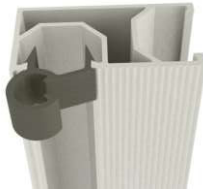
Item No.	Description
659.08.01.RAIL25	GD Rail with a standard length of 2560 mm Designed to mount 3 modules ( width 808~826mm)
659.08.01.RAIL34	GD Rail with a standard length of 3405 mm Designed to mount 4 modules ( width 808~826mm)
659.08.01.RAIL42	GD Rail with a standard length of 4200 mm Designed to mount 4 modules ( width 990~996mm)
659.08.01.SPlice	Rail splice kit
659.08.01.HOOK_4	Hanger Bolt Hook 4# (Accessories M10x200 Feet & L Hanger bolt)
659.08.01.IK-05	Aluminum Tin Interface Kit 5# (Accessories Wood Screw M6.3x80)
659.08.01.PC01	Plastic Cable Clip 1# (for wires)



RAIL



RAIL SPLICE



Plastic Cable Clip



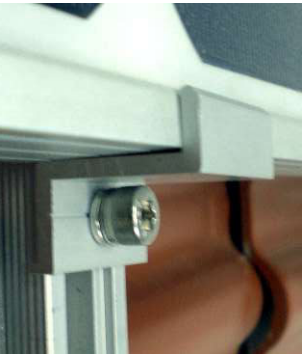
Tin Interface Kit



Hanger Bolt Hook

# COMPONENTS

## Framed Module Clamp



Item No.	Description	
Inter Clamp Kit		
659.08.01.INTER30		Inter Clamp Kit 30mm
659.08.01.INTER35		Inter Clamp Kit 35mm
659.08.01.INTER40		Inter Clamp Kit 40mm
659.08.01.INTER50		Inter Clamp Kit 50mm

End Clamp Kit	
659.08.01.END30	End Clamp Kit 30mm
659.08.01.END35	End Clamp Kit 35mm
659.08.01.END40	End Clamp Kit 40mm
659.08.01.END50	End Clamp Kit 50mm



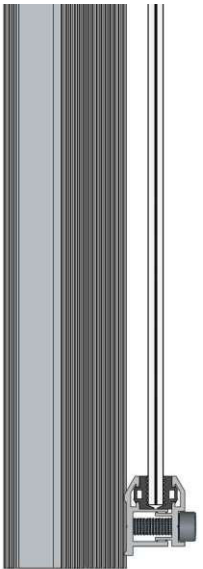
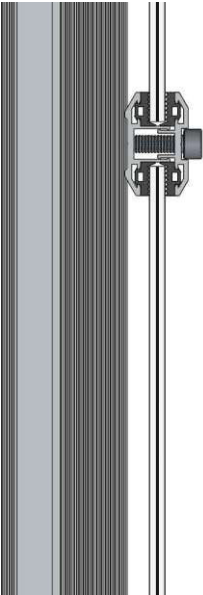
INTER CLAMP



END CLAMP

# COMPONENTS

## Frameless Module Clamp



Item No.	Description
659.08.01.INTER-IC	Thin Film Module Inter Clamp
659.08.01.END-EC	Thin Film Module Inter Clamp



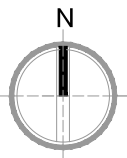
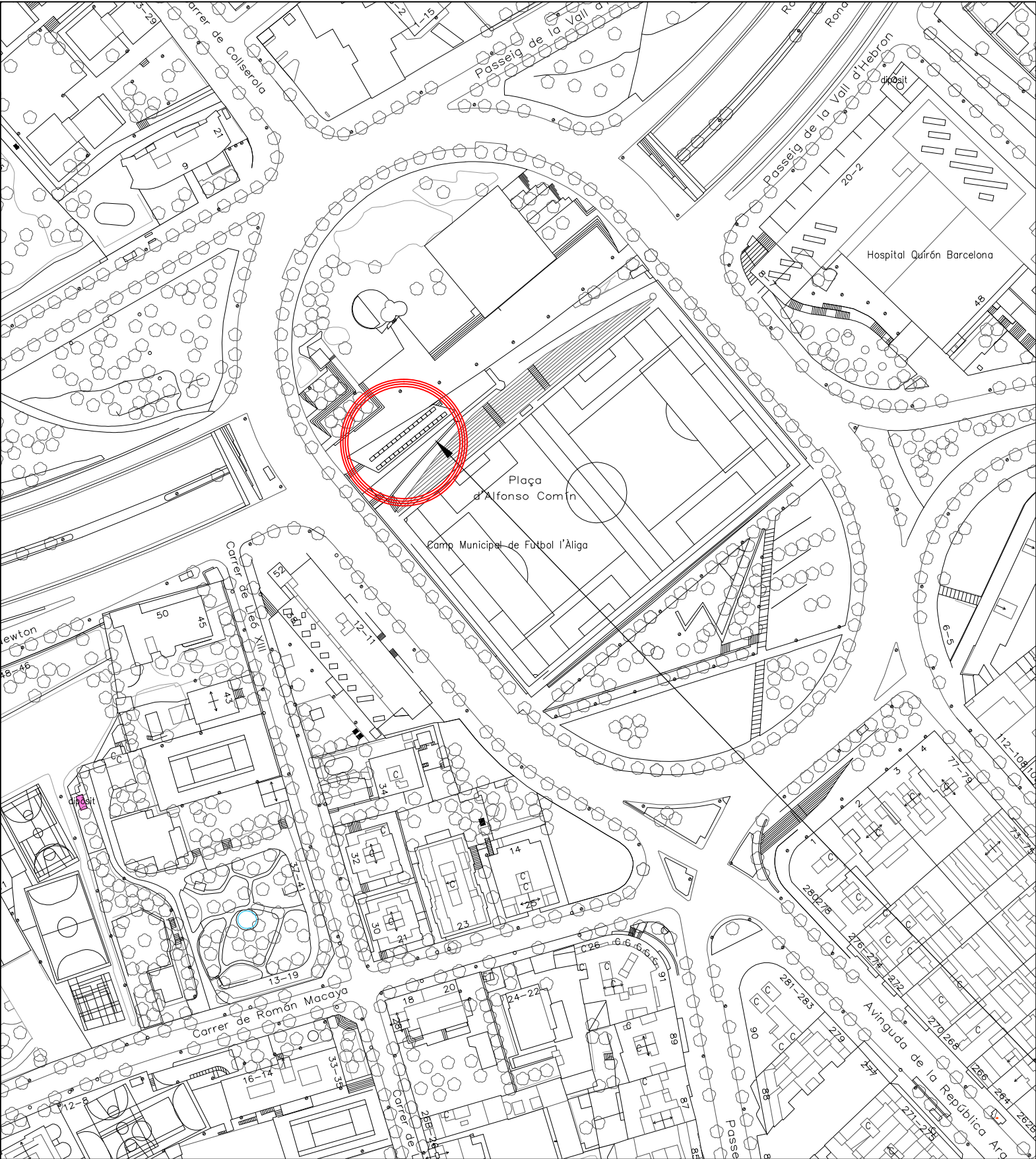
INTER CLAMP



END CLAMP


## Annex plànols



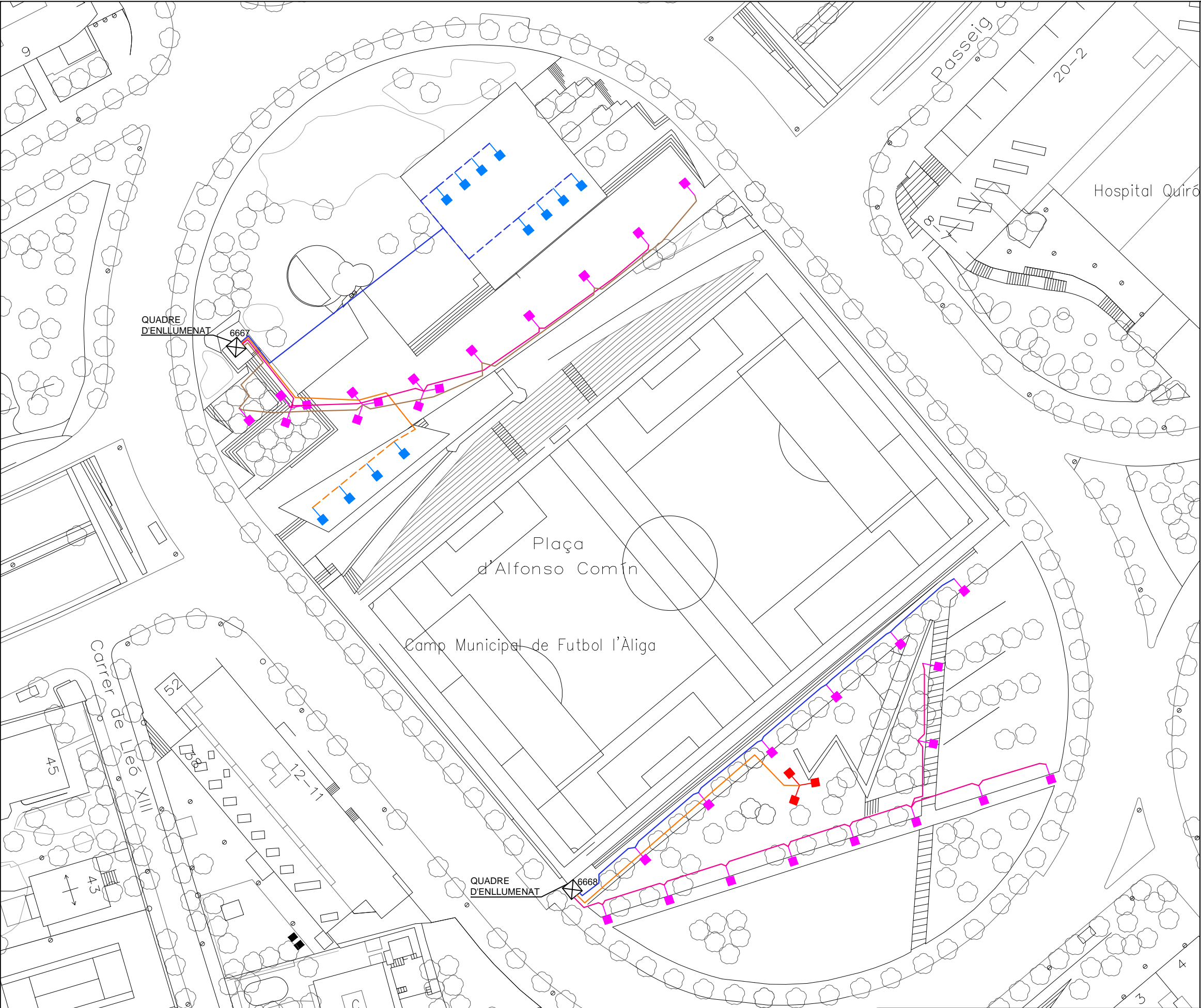


**PÈRGOLA:** x= 415897.86 Long 2°08'11.5"E  
y= 4539238.58 Lat 41°24'55.0"N










SITUACIÓ INSTAL·LACIÓ FOTOVOLTAICA

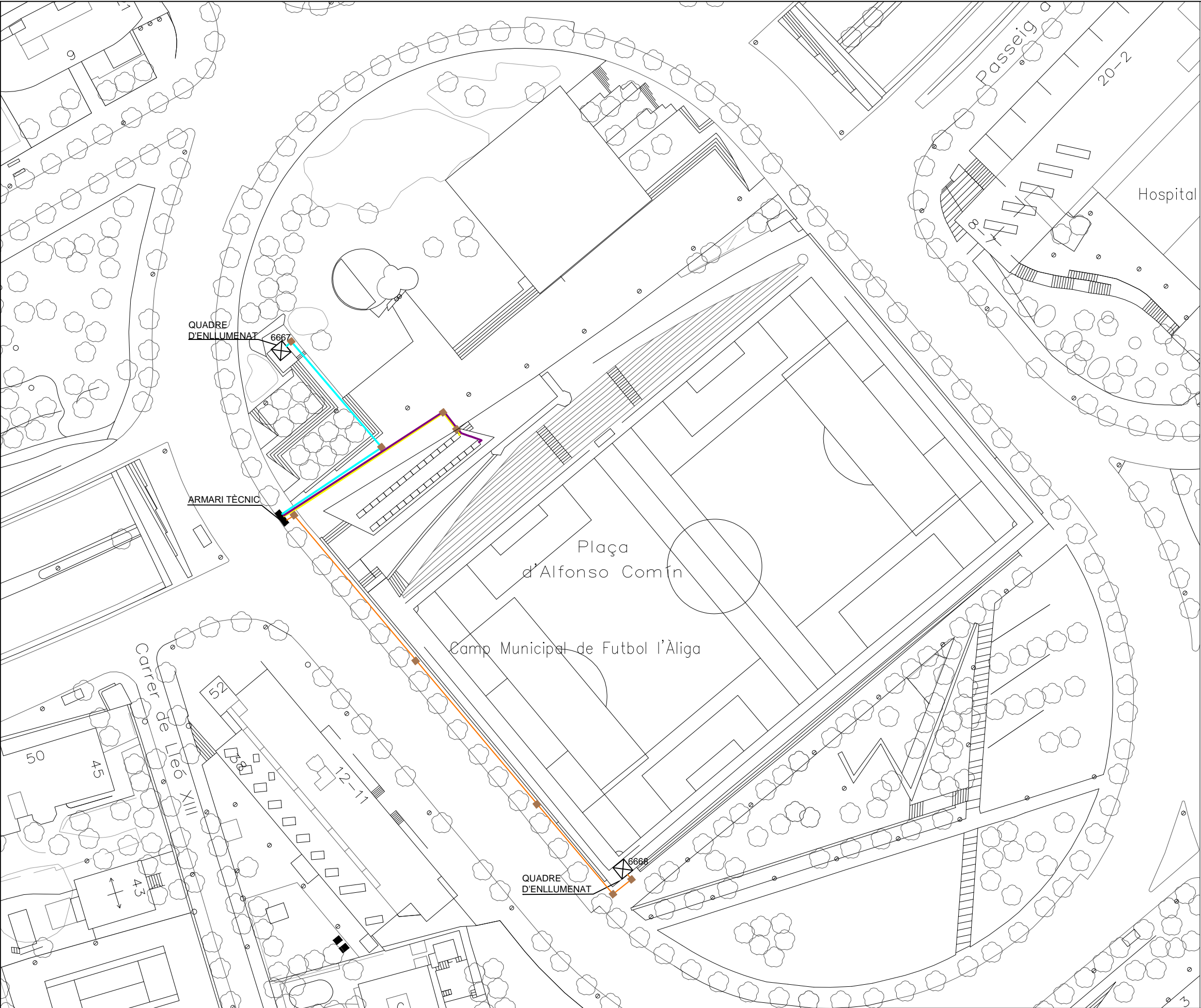
 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA</b> BARCELONATECH <small>Escola d'Enginyeria de Barcelona Est</small>	Autor: Alberto Carreño	Data: Gener 2018	Escala: 1/1000
Titulació: Grau en Enginyeria Elèctrica		Treball de Final de Grau	
Implementació d'un generador elèctric fotovoltaic com a suport a l'enllumenat públic urbà		Emplaçament	Plànol nº: 1






**Llegenda**

-  Punts de llum de 100W
-  Punts de llum de 150W
-  Punts de llum de 250W
-  Línia 1
-  Línia 1 aèria
-  Línia 2
-  Línia 2 aèria
-  Línia 3
-  Línia 4

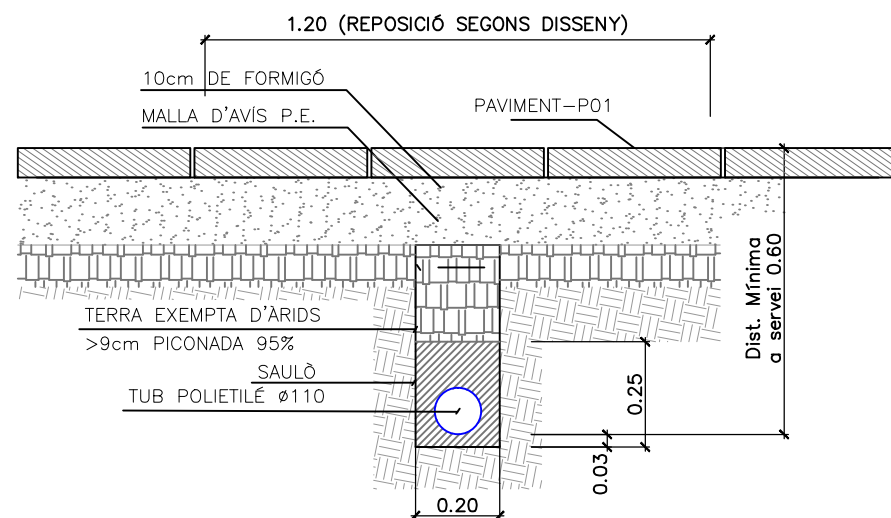


- Llegenda**
- Cablejat 2x6mm<sup>2</sup> Instal·lació QC6667
  - Cablejat 2x6mm<sup>2</sup> Instal·lació QC6668
  - Canalització i cablejat 2x6mm<sup>2</sup> Instal·lació QC6667
  - Canalització i cablejat 2x6mm<sup>2</sup> Instal·lació QC6668
  - Canalització i cablejat 3x6mm<sup>2</sup> Instal·lació QC6667
  - Canalització i cablejat 3x6mm<sup>2</sup> Instal·lació QC6668

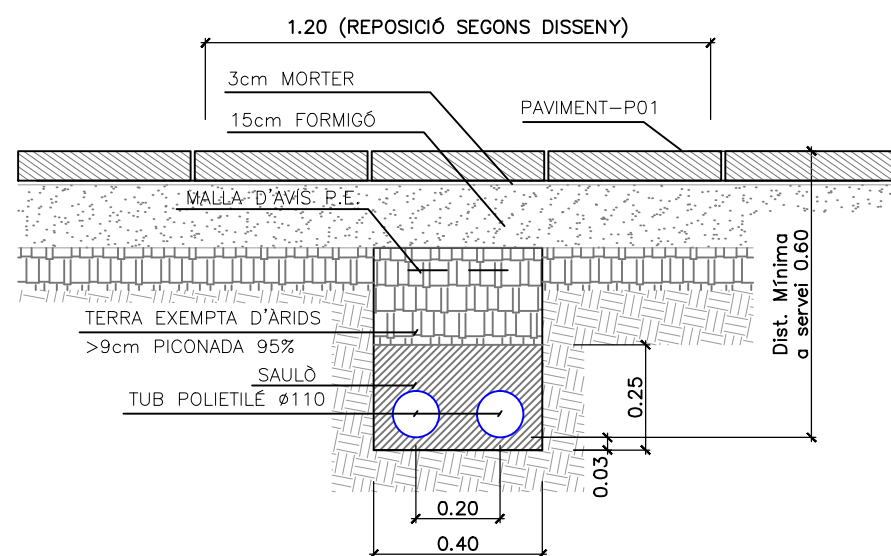
 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA</b> BARCELONATECH <small>Escola d'Enginyeria de Barcelona Est</small>	Autor: Alberto Carreño		Data: Gener 2018	Escala: 1/750
	Titulació: Grau en Enginyeria Elèctrica		Treball de Final de Grau	
Implementació d'un generador elèctric fotovoltaic com a suport a l'enllumenat públic urbà		Canalitzacions a realitzar		Plànol nº: 3



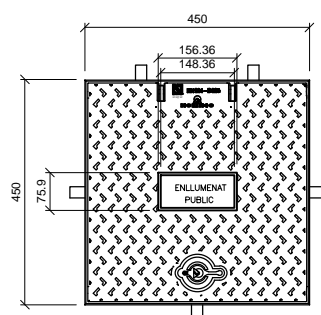
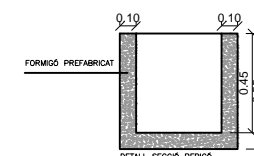
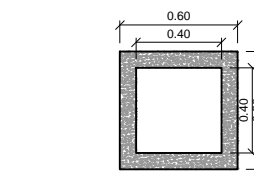
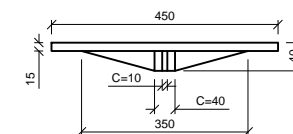
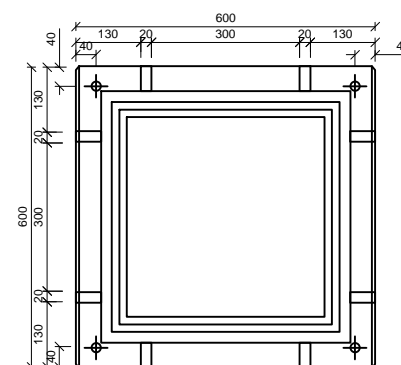
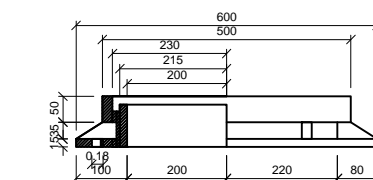
## DETALL RASA PER 1 TUBULAR A VORERA



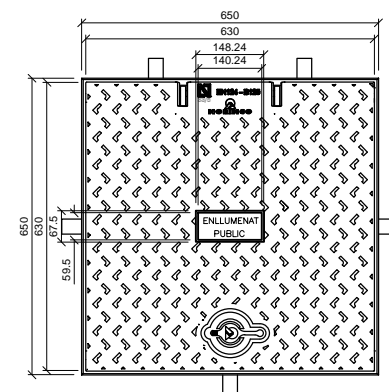
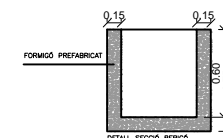
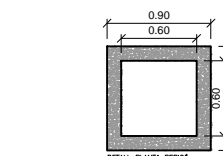
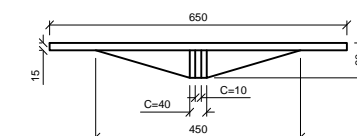
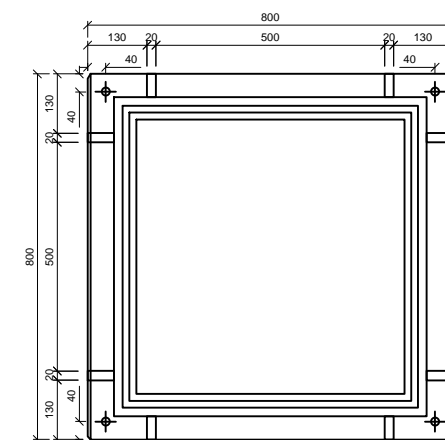
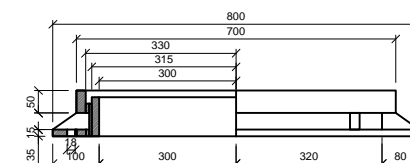
## DETALL RASA PER 2 TUBULARS A VORERA

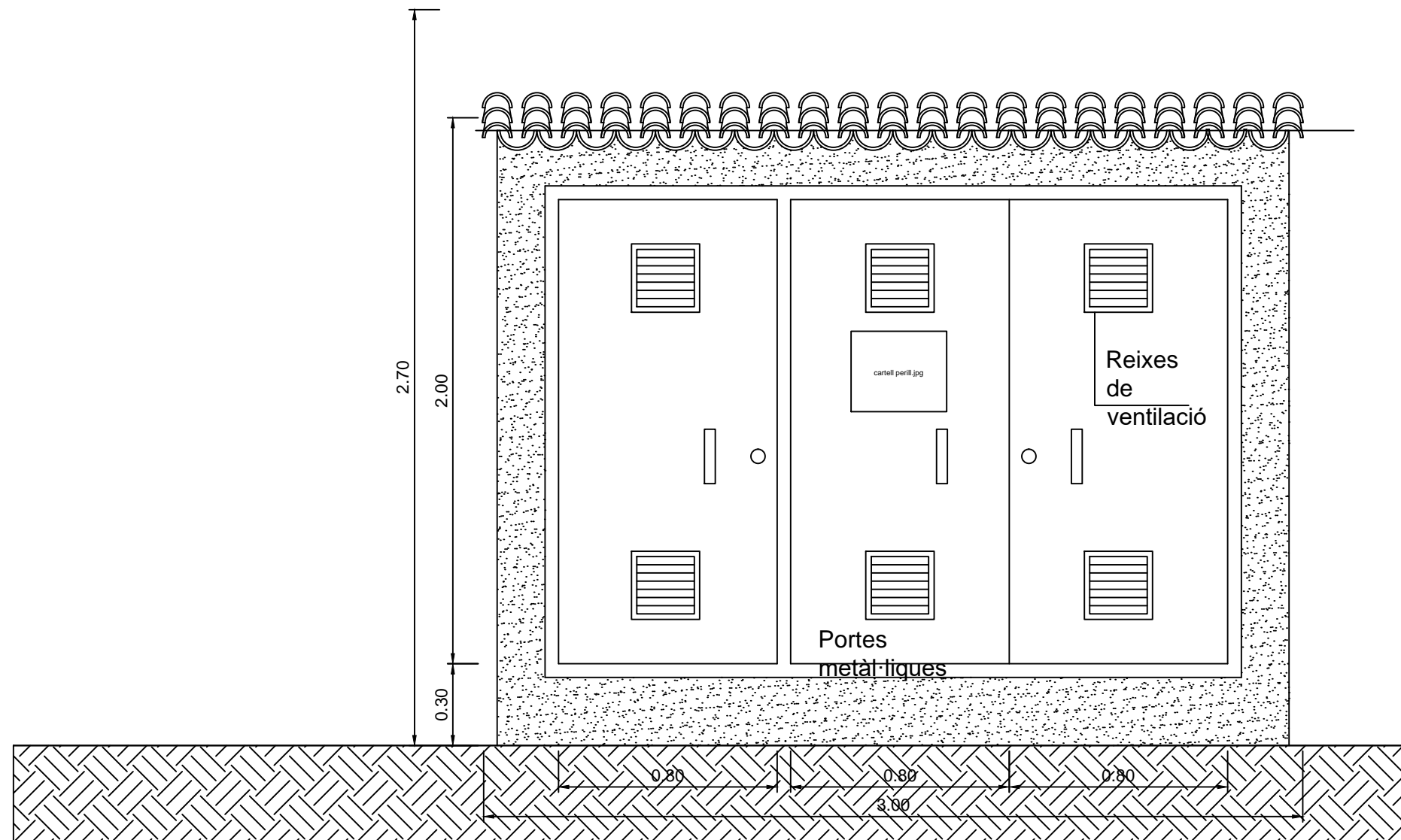


## TAPA I MARC ARQUETA 0.40x0.40

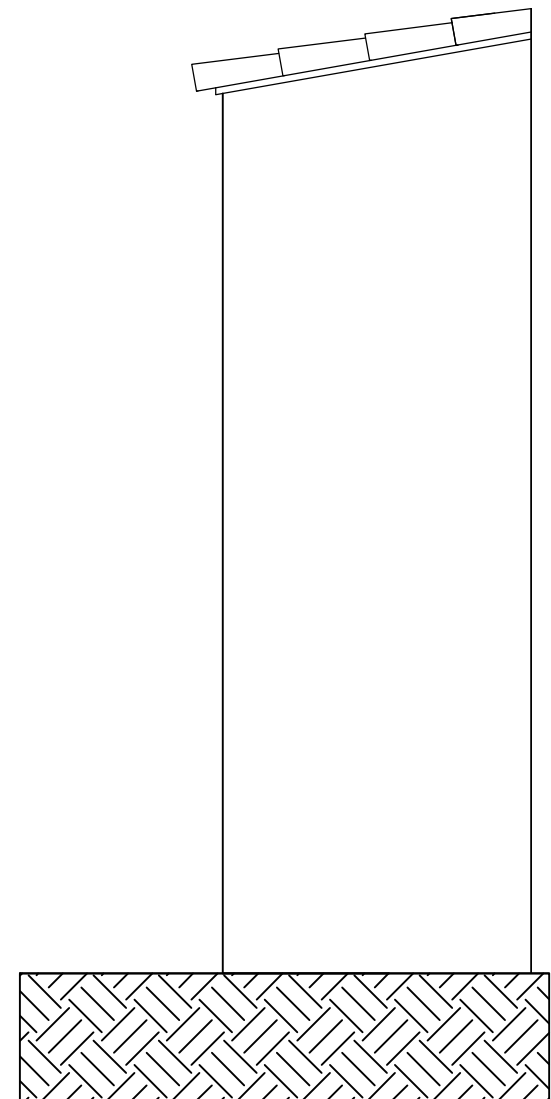


## TAPA I MARC ARQUETA 0.60x0.60






ALÇAT FRONTAL



ALÇAT LATERAL

 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA</b> BARCELONATECH <small>Escola d'Enginyeria de Barcelona Est</small>	Autor: Alberto Carreño		Data: Gener 2018	Escala:
	Titulació: Grau en Enginyeria Elèctrica		Treball de Final de Grau	
	Implementació d'un generador elèctric fotovoltaic com a suport a l'enllumenat públic urbà		Detall armari tècnic	Plànol n°: 5